Juuso Virtanen

Väylähankkeen lähtötietomalli ja sen muodostaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri AMK
Rakennustekniikka
Opinnäytetyö
25.4.2011

Metropolia

Tiivistelmä

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Juuso Virtanen Väylähankkeen lähtötietomalli ja sen muodostaminen 43 sivua + 3 liitettä 25.4.2012
Tutkinto	Insinööri AMK
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaaja(t)	Yliopettaja Päivi Jäväjä Osastopäällikkö Kari Kotro

Opinnäytetyö laadittiin Sito Oy:n toimeksiannosta.

Infra-alalla on viime vuosina panostettu paljon tietomallipohjaisen suunnittelun kehitykseen. Alalla on ollut käynnissä tutkimushankkeita kuten InfraTM, jonka keskeisimpänä tavoitteena on raivata esteitä tietomallinnuksen käyttöönoton tieltä. Opinnäytetyö liittyy vuonna 2010 käynnistyneeseen InfraTM-hankettakin laajempaan InfraFINBIM-tutkimushankkeeseen. InfraFINBIM tähtää tietomallistandardien määrittelyyn ja sen visiona on, että vuodesta 2014 lähtien suuret infran haltijat tilaavat yksinomaan tietomallipohjaista palvelua.

Opinnäytetyön keskeisin tutkimuskysymys oli se, kuinka tietomallipohjaisessa väyläsuunnitteluhankkeessa mallinnetaan suunnittelualueen nykytila, eli ns. *lähtötietomalli*. Tavoitteena oli siis määrittää, mitä termillä lähtötietomalli tarkoitetaan ja millainen itse mallin rakenne on. Työssä määriteltiin myös, millainen mallin muodostusprosessi on ja millaisia laadunvarmistustoimenpiteitä siihen sisältyy. Muodostusprosessista määritettiin, millaisia lähtötietoja mallia varten tarvitaan, millaisia toimenpiteitä tilaajalla on prosessissa ja millaisia vaatimuksia mallille ja sen lähtöaineistolle asetetaan.

Tutkimusta tehtiin pääasiassa kirjallisuustutkimuksena ja Sito Oy:n sisäisen työryhmän kesken. Myöhemmin tutkimusta työstettiin myös InfraFINBIM-palavereista saatujen kommenttien sekä eri seminaareista saatujen ideoiden ja ajatusten pohjalta. Alkuvuodesta 2012 lähtötietomallin muodostamista päästiin kokeilemaan myös käytännössä eräässä pilottihankkeessa.

Tuloksena syntyi ensimmäinen luonnosversio lähtötietomallin muodostusprosessin kuvauksesta, joka jätettiin InfraFINBIM-alatyöpaketin 3 hankeryhmän kommentoitavaksi huhtikuussa 2012. Tutkimushanke jatkuu vuoden 2013 loppuun asti, joten lähtötietomallin muodostusprosessin kuvaus saattaa hyvinkin muuttua ennen sen lopullista versiota.

Avainsanat	infrarakentaminen, infran tietomallinnus, tietomallinnus, lähtötieto, lähtöaineisto, lähtötietomalli

Metropolia

Abstract

Author(s) Title Number of Pages Date	Juuso Virtanen Source data model and its formation 43 pages + 3 appendices 25 April 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Infrastructural Engineering
Instructor(s)	Päivi Jäväjä, Principal Lecturer Kari Kotro, Head of Department

This thesis was commissioned by Sito Oy.

During the past few years there has been a lot of investment for developing the information model–based planning in the infrastructure sector. There have been ongoing research projects such as InfraTM, the main objective of which is to clear obstacles in the way of the development of BIM planning. The thesis is linked to a research project even larger than InfraTM called InfraFINBIM, which was launched in 2010. InfraFINBIM aims to define standards for data modelling and its vision is that from 2014 onwards, major infrastructure owners will order solely BIM based services.

The main objective of the thesis was to define how to model the present state of the planning area in road, railroad and waterway projects (source data model). The aim was therefore to determine what the term *source data model* means and how to define the structure of the actual model. After this the aim was to define what the forming process of the model includes and what kind of quality control measures there are in the process. As regards the forming process we needed to determine what kind of initial data the source data model needs, what kind of role the customer has in the process and what requirements the model and its source data has.

The study was carried out mainly by literary research and with Sito Oy's internal workgroup. Later on the research was carried out by basing the work on the comments and thoughts gained from InfraFINBIM meetings as well as from various seminars and workshops. In early 2012 the formation of the source data model was tried out in practice in a pilot project.

The outcome of the research was a first draft version of the source data modeling process description, which was submitted to InfraFINBIM project team for commenting on April 2012. The research project will continue until the end of 2013, so the source data modeling process description will be most likely developed further, before its final version.

Keywords	Infrastructure, InfraBIM, BIM, information model, source information, source data model

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet 1

1 Johdanto 4

1.1 Taustaa 4
1.2 Infrasuunnittelu ja -rakentaminen 4
1.2.1 Tiesuunnittelu 5
1.2.2 Ratasuunnittelu 7
1.2.3 Vesiväyläsuunnittelu 9
1.2.4 Katusuunnittelu 11
1.2.5 Suunnitteluvaiheen vaikutus lähtötietojen ja suunnittelun tarkkuustasoon 12
1.3 Tietokoneavusteinen suunnittelu 13
1.4 Tuote- ja tietomallinnus 13
1.5 InfraTM 14
1.6 InfraFINBIM 15
1.6.1 Hanke yleisesti 15
1.6.2 Alatyöpaketti 3: suunnittelun ja rakentamisen uudet prosessit 16
1.7 Tutkimuskysymys ja tutkimusmetodit 16

2 Lähtötietomalli 18

2.1 Määrittely 18
2.2 Rakenne 18
2.2.1 Maastomalli 19
2.2.2 Maaperämalli 21
2.2.3 Rakenteet 21
2.2.4 Temaattiset aineistot 22
2.2.5 Viiteaineisto/muu aineisto 22

3 Muodostusprosessi 23

3.1 Yleistä 23
3.2 Toimeksianto 25
3.3 Lähtöaineistojen hankinta 25
3.4 Mallin muodostus 26
3.4.1 Aineiston koonti 26
3.4.2 Aineiston muokkaus 27

3.5 Mallinnusvaatimukset 27
3.5.1 Yleiset vaatimukset 27
3.5.2 Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä 28
3.5.3 Formaatit 29
3.5.4 Maastomalli 30
3.5.5 Pohjatutkimukset 31
3.5.6 Maaperämalli 31
3.5.7 Rakenteet 31
3.5.8 Temaattiset aineistot 32
3.6 Laadunvarmistus 32
3.6.1 Yleistä laadunvarmistuksesta 32
3.6.2 Lähtötietomalliselostus 32
3.6.3 Lähtöaineiston laadunvarmistus 33
3.6.4 Lähtötietomallin laadunvarmistus 33
3.7 Lähtötietomallin luovutus 33
4 Mallinnuksen tavoitteet 34
5 Case: Valtatie 14 Laitaatsalmen kohdalla 35
5.1 Hanke yleisesti 35
5.2 Laitaatsalmen lähtötietomalliprosessi 36
6 Loppupäätelmät 38
Lähteet 42
Liitteet
Liite 1. Lähtötietomallin lähtöaineistoluettelo (Esimerkkinä Vt 14 Laitaatsalmi)
Liite 2. Lähtötietomallin toimenpidekuvaukset (Esimerkkinä Vt 14 Laitaatsalmi)
Liite 3. Kuvakaappaus Louhi-palvelusta

Lyhenteet ja käsitteet

BIM	Viime aikoina rakennuksen tuotemallin synonyyminä on ruvettu käyttämään englanninkielistä termiä *Building Information Model* (BIM) ja sitä vastaavaa suomenkielistä termiä rakennuksen tietomalli
CAD	*Computer Aided Design*, tietokoneavusteinen suunnittelu
dgn	MicroStation-suunnitteluohjelman käyttämä formaatti
dwg	AutoCAD-suunnitteluohjelman käyttämä formaatti
EUREF-FIN	ETRS89-koordinaattijärjestelmän suomalainen realisaatio, joka on kiinnitetty Euraasian mannerlaatan muuttumattomaan osaan
GML	*Geography Markup Language*, XML-pohjainen paikkatietojen mallintamis- ja koodaustapa
IMRAD	Tutkimusraporteissa ja tieteellisissä artikkeleissa yleisesti käytetty rakennekaava, joka koostuu johdannosta (*Introduction*), tutkimusmenetelmien kuvaamisesta (*Methods*), tulosten kuvaamisesta (*Results*) ja (*and*) loppupäätelmistä (*Discussion*)
InfraBIM	*Infra Built Environment Information Model*, infrarakenteen tuotemallin, infratietomallin englanninkielinen lyhenne
Inframodel	LandXML-standardiin perustuva tiedonsiirtomenetelmä, jota on sovellettu ja tarkennettu pohjoismaiseen käyttöön

Konsortio	Eri organisaatioiden välinen yhteenliittymä/yhteistoiminta
LandXML	XML-merkintäkieleen (*eXtensible Markup Language*) perustuva, kansainvälinen infratiedon siirtoon tarkoitettu teollisuusstandardi
Likimalli	Tarkkuustasoltaan epätarkempi maastomalli, joka tunnetaan myös nimellä yleispiirteinen maastomalli
Maaperämalli	Maaperän maakerroksia ja kalliopintaa kuvaava kolmiulotteinen malli
Maastomalli	Digitaalinen, kolmiulotteinen malli maaston pinnanmuodoista
Mittausperusta	Mittausperustan avulla hanke sidotaan valtakunnalliseen koordinaattijärjestelmään maastoon pysyvästi rakennettavien kiintopisteiden avulla
N2000	Suomen kolmanteen tarkkavaaitukseen (1978–2006) perustuva korkeusjärjestelmä, joka on yhteisen eurooppalaisen korkeusjärjestelmän suomalainen realisaatio
Ortokuva	Koordinaatistoon oikaistu digitaalimuodossa oleva ilmakuva, jota käytetään maastomallin tuotannossa, suunnittelussa visuaalisena oheisaineistona sekä suunnitelmien havainnollistamisessa
Paikkatieto	Maantieteellisen sijainnin sekä mahdollista ominaisuustietoa sisältävää tietoa
SHOK	Strategisen huippuosaamisen keskittymä

Takymetri	Maanmittauksessa käytettävä mittalaite, jolla mitataan pisteiden sijainteja kojeeseen nähden
Temaattinen paikkatieto	Esimerkiksi kaava-, ympäristö-, kulttuuri- ja luontoa käsittelevät (paikkatieto)aineistot
Tielaitos-formaatti	ASCII-muotoinen ja sarakesidonnainen tiedon tallennusmuoto, jossa yksittäinen tieto koostuu neljästä tunnistekentästä ja kolmesta koordinaattikentästä
Tuotemalli, tietomalli	Tiettyä tuotetta (esim. infrakohdetta) kuvaavat tiedot tuotetietomallin mukaisesti jäsennettynä ja tallennettuna tuotetietona, tietokone-sovelluksilla tulkittavissa olevassa muodossa (esim. tietyn infrarakenteen, kuten tieväylän, tiedot tallennettuna LandXML 1.2 / Inframodel 1.2 -spesifikaation mukaiseen siirtotiedostoon). Tietomallina voidaan pitää rakenteen koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuutta. Tuotemalli kuvaa suunnitteluvaiheen rakennetta, esimerkiksi tietä, ja se on osa tietomallia.
Tuotetietomalli	Tuotetietoja määrittelevä käsitemalli. Tuotetietojen formaali määrittely, joka määrittelee tuotetietojen tietosisällön. Tuotetietomallin pohjalta voidaan toteuttaa tuotemallia käsitteleviä ohjelmistoja ja niiden välisiä rajapintoja.
YVA-menettely	Ympäristövaikutusten arviointimenettely

1 Johdanto

1.1 Taustaa

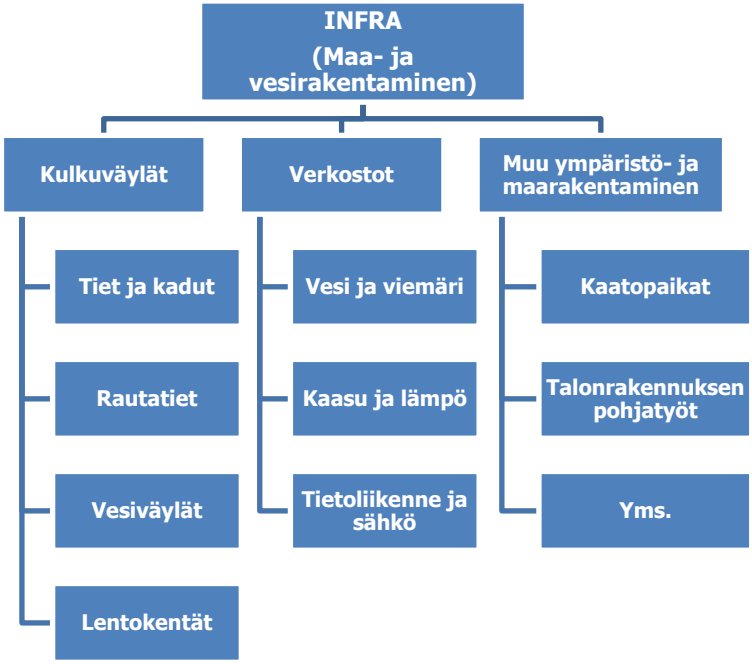
Infra-alalla on viime vuosina panostettu paljon tietomallipohjaisen suunnittelun kehitykseen. Alalla on ollut käynnissä tutkimushankkeita kuten InfraTM, jonka keskeisimpänä tavoitteena on raivata esteitä tietomallinnuksen käyttöönoton tieltä. Opinnäytetyö liittyy vuonna 2010 käynnistyneeseen InfraTM-hankettakin laajempaan InfraFINBIM-tutkimushankkeeseen. InfraFINBIM-hanke tähtää systeemiseen muutokseen, jossa siirrytään perinteisestä vaiheajattelusta älykkääseen koko elinkaaren ja kaikki osa-alueet, toimijat ja toiminnot kattavaan tietomalleja hyödyntävään palvelutuotantoon. Hankkeen visiona on, että vuodesta 2014 lähtien suuret infranhaltijat tilaavat yksinomaan tietomallipohjaista palvelua. Opinnäytetyö laaditaan Sito Oy:lle, joka on infrasektorin moniosaajayritys. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, kuinka tietomallipohjaisessa suunnittelussa suunnittelun lähtötilanne, eli lähtötietomalli, mallinnetaan.

Opinnäytetyön rakenne noudattaa tutkimusraporteissa yleisesti noudatettavaa IMRAD-rakennetta (Introduction, Methods, Results And Discussion). Johdanto-osassa käsitellään lyhyesti ja varsin yleisellä tasolla työn taustoja, kuten mitä on infrasuunnittelu (luku 1.2) ja mitä tarkoitetaan tietokoneavusteisella suunnittelulla (luvut 1.3 ja 1.4). Johdanto-osion päätteeksi luodaan katsaus tämän opinnäytetyön mahdollistaneeseen InfraFINBIM-tutkimushankkeeseen (luku 1.6). Lähtötietomallin määrittelyyn liittyvät tutkimuskysymykset sekä metodit, joilla näihin kysymyksiin etsittiin vastauksia, esitetään luvussa 1.7. Lähtötietomallin sisältö ja muodostusprosessin kuvaus esitetään luvuissa 2 ja 3. Luvussa 4 kuvataan mallinnuksen tavoitteita ja luvussa 5 kuvataan, kuinka lähtötietomallin muodostaminen on käytännössä toteutettu valtatie 14 Laitaatsalmen pilottihankkeessa. Päätelmiä opinnäytetyön tuloksista ja jatkokehitysehdotuksia esitetään luvussa 6.

1.2 Infrasuunnittelu ja -rakentaminen

Infrastruktuurilla tarkoitetaan sitä yhteiskunnan perusrakennetta, joka mahdollistaa yhteiskunnan ja elinkeinoelämän toiminnan [1]. Tähän perusrakenteeseen sisältyvät niin julkiset ja yksityiset palvelut kuin ihmisiä ja asioita paikasta toiseen kuljettavat ver-

kostot (liikenne- ja sähköverkko yms.). Opinnäytetyön kannalta oleellista on paneutua kuitenkin tämän infrastruktuurin teknisen puolen suunnitteluun ja rakentamiseen. Kuviosta 1 alla selviää, mitä kaikkea infrastruktuurin rakentamiseen, eli käytännössä maa- ja vesirakentamiseen sisältyy.



Kuvio 1. Mitä infrarakentaminen sisältää [1].

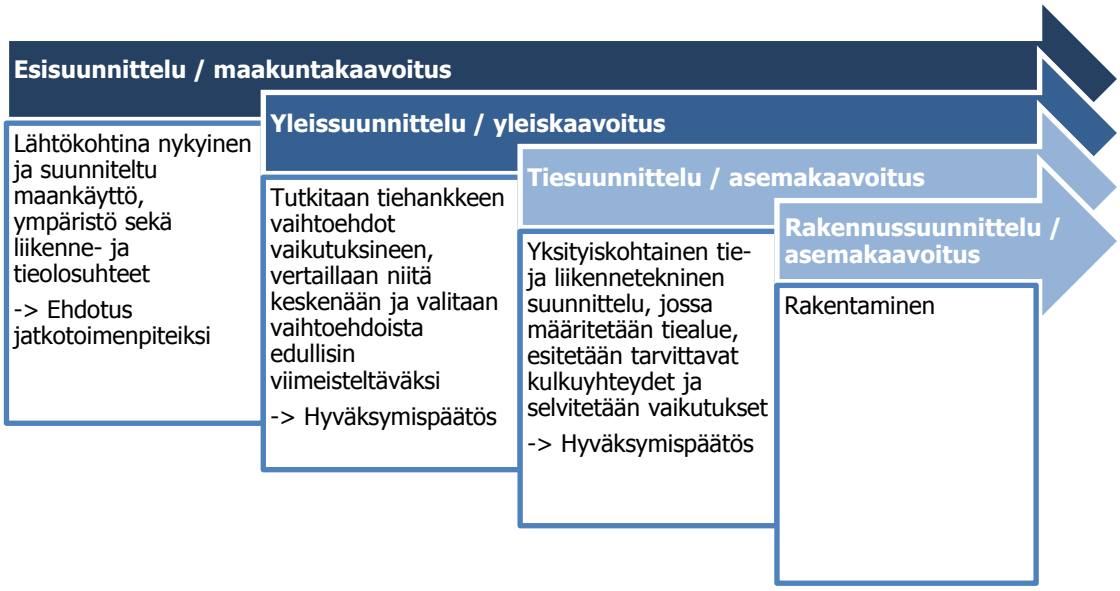
Infran suunnittelu on tyypillisesti vaiheittain tarkentuva ja montaa eri suunnittelualaa koskeva prosessi. Suunnittelun alkuvaiheessa tarkastellaan tavallisesti useampaa mahdollista ratkaisuvaihtoehtoa, joista suunnittelun edetessä valitaan yksi tarkempaa suunnittelua ja lopulta toteutussuunnittelua varten. [2, s. 10–11.]

Koska opinnäytetyön fokus on väyläsuunnittelussa, käydään luvuissa 1.2.1 - 1.2.4 läpi lyhyesti eri väyläsuunnitteluhankkeiden suunnitteluprosessin vaiheita. Väyläsuunnittelua ovat tie-, katu-, rata- ja vesiväyläsuunnittelu.

1.2.1 Tiesuunnittelu

Suomessa valtion liikenneväylistä ja liikennejärjestelmän kokonaisvaltaisesta kehityksestä vastaa Liikennevirasto. Tämä liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla toimiva virasto vastaa siis niin yleisestä tie- ja rataverkosta kuin hallinnoimistaan vesi-

väylistä. Suurten tiehankkeiden toteutus on Liikenneviraston vastuulla. Tien suunnitteluprosessi etenee vaiheissa esisuunnittelu, yleissuunnittelu, tiesuunnittelu ja rakennussuunnittelu, jotka kaikki ovat vahvasti kytköksissä maankäyttöön ja sen suunnitteluun (ks. kuvio 2 alla). [2, s. 12; 3.]



Kuvio 2. Tiesuunnitteluprosessi ja sen kytkeytyminen maankäyttöön ja kaavoitukseen [2, s. 13].

Esisuunnittelussa tarkastellaan karkealla tarkkuudella tiehankkeen tarvetta. Suunnitteluvaiheen perusteella syntyy vaihtoehtoja toteutettaville toimenpiteille alustavine vaikutuksineen ja kustannuksineen. Esisuunnittelun päätteeksi päätetään jatkosuunnittelusta. [2, s. 12.]

Yleissuunnittelussa voidaan selvittää vielä hankkeen vaihtoehtoisia ratkaisuja. Suunnitteluvaiheessa määritetään tien likimääräinen sijainti ja sen liittyminen nykyiseen ja tulevaan tiestöön ja maankäyttöön, liikenteelliset ja tekniset perusratkaisut, hankkeen vaikutukset, alustava kustannusarvio sekä periaatteet ympäristöhaittojen torjumiseksi. Suunnittelun tarkkuustaso asetetaan sellaiselle tasolle, että ratkaisujen tekninen, taloudellinen ja ympäristöllinen toteuttamiskelpoisuus voidaan varmistaa. [2, s. 12–13 ; 4, s. 6–7.]

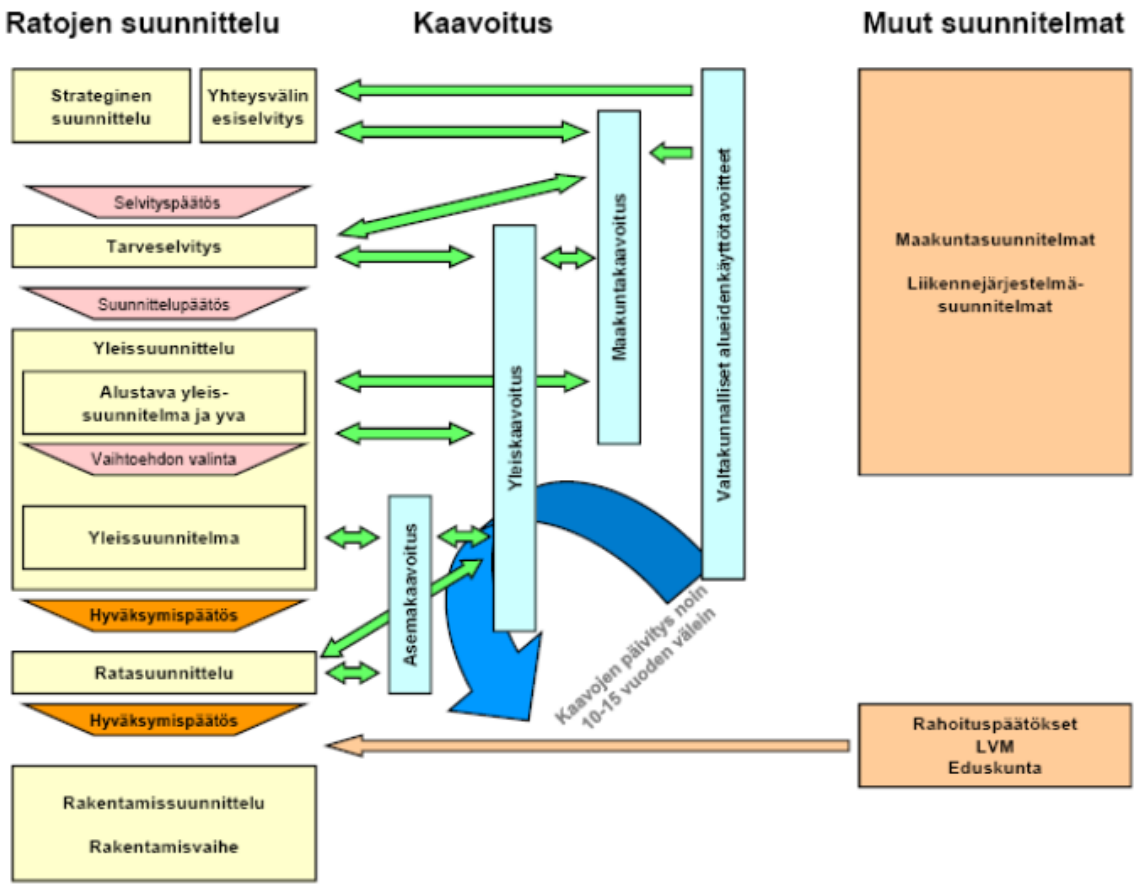
Jos rakennushankkeesta aiheutuu merkittäviä ympäristöhaittoja, ovat ympäristövaikutukset selvitettävä ympäristövaikutusten arviointimenettelyllä (YVA-menettely). Tällä yritetään vähentää tai estää hankkeesta aiheutuvia haitallisia, ihmisiin, luontoon, rakennettuun ympäristöön ja luonnonvaroihin kohdistuvia vaikutuksia. Menettely perustuu lakiin ympäristövaikutusten arviointimenettelystä, jonka tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa sekä lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja mahdollisuuksia vaikuttaa suunnitteluun ja päätöksentekoon. [2, s. 13; 5.]

Tiesuunnittelu on tien yksityiskohtaista suunnittelua. Tiesuunnitelmassa osoitetaan tien sijainti, korkeusasema ja poikkileikkaus sellaisella tarkkuudella, että tiealue voidaan merkitä maastoon. Suunnitelmassa on esitettävä arvio tien vaikutuksista sekä ne toimenpiteet, jotka ovat tarpeellisia haitallisten vaikutusten vähentämiseksi tai poistamiseksi. Tiesuunnitelmasta tulee käydä ilmi tien suoja- ja näkemäalueet ja varataanko aluetta tien mahdollista leventämistä varten. Tiesuunnitelmaan on liitettävä rakentamisen kustannusarvio. Tiesuunnitelmasta annettu hyväksymispäätös antaa tienpitäjälle oikeuden lunastaa muun muassa tien rakentamista varten vaadittavat alueet. Tien rakentaminen voi alkaa, kun hankkeen rahoitus varmistuu. [2, s. 13; 6, s. 6.]

Rakennussuunnittelu kattaa kaikkien niiden suunnitelmien ja asiakirjojen laadinnan, joita vaaditaan tien rakentamiseen. Usein tien rakentaminen alkaa rakennussuunnitteluvaiheessa. [2, s. 14.]

1.2.2 Ratasuunnittelu

Ratasuunnittelun eteneminen koostuu samankaltaisista vaiheista kuin tiesuunnittelukin (kuvio 3). Myös radan suunnittelu on vahvasti kytketty maankäyttöön ja kaavoitukseen. Uusia ratoja ei voi rakentaa, ellei niitä ole esitetty kaavoituksessa. [7, s. 7.]



Kuvio 3. Radan suunnittelun ja kaavoituksen prosessien kytkeytyminen toisiinsa [7, s. 7].

Tarve laatia *yhteysvälin esiselvitys* nousee esiin useimmiten maankäytön tai liikennejärjestelmän kehittämisen kautta, minkä takia selvityksen sisältö on hyvä suunnitella yhteistyössä maakuntaliittojen ja mahdollisesti kuntien kaavoittajien kanssa. Yhteysvälin esiselvityksessä ei välttämättä selvitetä radan tarpeellisuutta, vaan ainoastaan kaavoihin merkittävän radan aluevaraus. Selvityksen tavoitteena on osoittaa vähintään yksi toteutuskelpoinen vaihtoehto radan linjaukselle, vaikka usein selvitystä joudutaankin tekemään yleispiirteisten ja puutteellisten lähtötietojen pohjalta. [7, s. 8.]

Strategisen suunnittelun tavoite on muodostaa pitkän aikavälin (20 vuotta) tavoitekuva rataverkosta ja sen palvelutasosta. Suunnitelmassa esitetään erilaisia toimintalinjoja tavoitteiden saavuttamiseksi sekä priorisoidaan hankkeita alustavan toteutusaikataulun muodossa. [7, s. 8.]

Tarveselvityksessä määritellään hankkeen hyödyt ja välttämättömyys sekä ne vaikutukset, jotka hankkeen toteuttamatta jättämisestä seuraavat. Selvityksen tavoitteena on määrittää ne toimenpiteet, kustannusarvio ja aikataulu, jolla hanketta tulisi viedä eteenpäin, sekä hankkeesta aiheutuvat vaikutukset. Tarveselvityksen tuloksena saadaan johtopäätökset ja toimenpidesuositukset. [7, s. 43.]

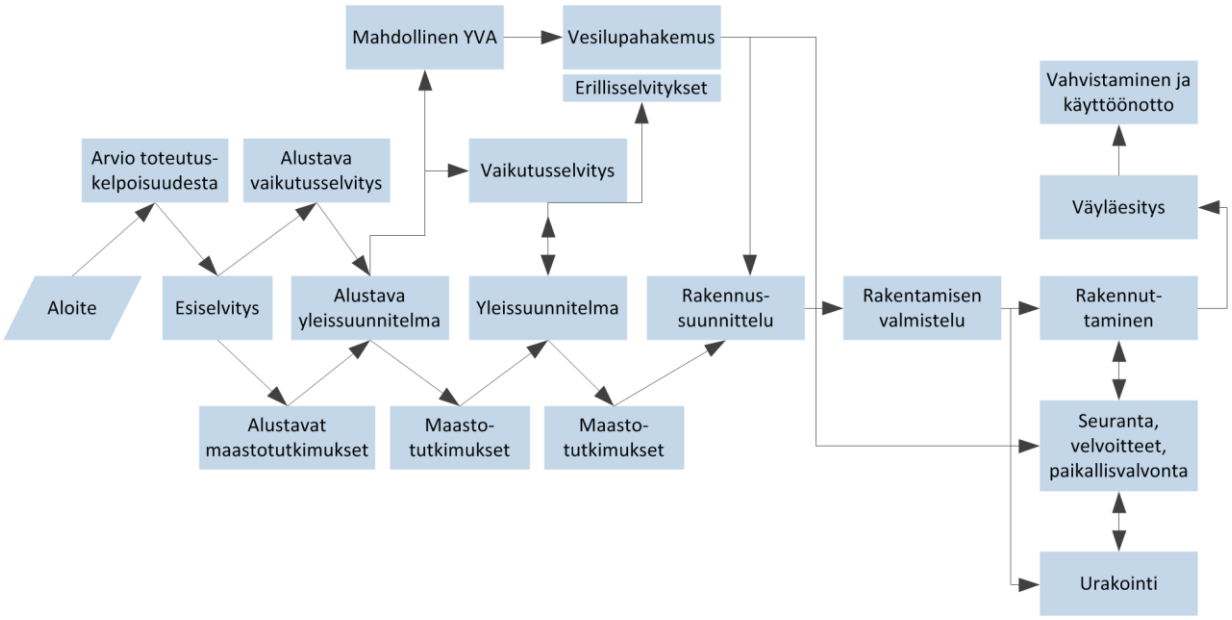
Yleissuunnittelu voidaan tarvittaessa jakaa kahteen erilliseen vaiheeseen. Tämä on perusteltua silloin, kun yleissuunnittelun yhteydessä tulee laatia ympäristövaikutusten arviointi. Alustavassa yleissuunnitelmassa laaditaan radalle useampia linjausvaihtoehtoja vertailua varten. Tätä seuraavassa varsinaisessa yleissuunnitteluvaiheessa keskitytään ainoastaan yhden linjausvaihtoehdon jatkosuunnitteluun. Yleissuunnitelmaa tehtäessä tulee laadittu YVA-selostus ottaa huomioon. [7, s. 49.]

Ratasuunnitelman lähtökohtana on hyväksytty yleissuunnitelma. Mikäli sellaista ei ole laadittu hankkeen vähäisten vaikutusten vuoksi, tai mikäli rata-alueen sijainti ja vaikutukset on huomioitu asema- ja yleiskaavassa riittävällä tarkkuudella, voi lähtökohtana toimia myös tarveselvitys tai vastaava esiselvitys. [7, s. 49, 57.]

Ratasuunnitelmassa tulee esittää rautatie ja sen rakenteet niin yksityiskohtaisesti, että maanomistajat ja muut asianosaiset saavat sen perusteella luotettavan kuvan radan tarkasta sijainnista samoin kuin radan vaikutuksista maisemakuvaan. Hyväksytty ratasuunnitelma antaa oikeuden hakea ratatoimitusta, jolla otetaan haltuun suunnitelmassa rautatiealueiksi määrätyt alueet. [7, s. 57–58.]

1.2.3 Vesiväyläsuunnittelu

Vesiväylähanke käynnistyy käytännössä asiakkaan tarpeesta, joka voi olla esimerkiksi uuden väylän rakentaminen tai vanhan syventäminen. Hanke otetaan tarkasteluun, jonka perusteella päätetään, tehdäänkö hankkeesta esiselvitys. [8, s. 3.]



Kuvio 4. Vesiväylän suunnittelu- ja toteutusprosessi [2, s. 16].

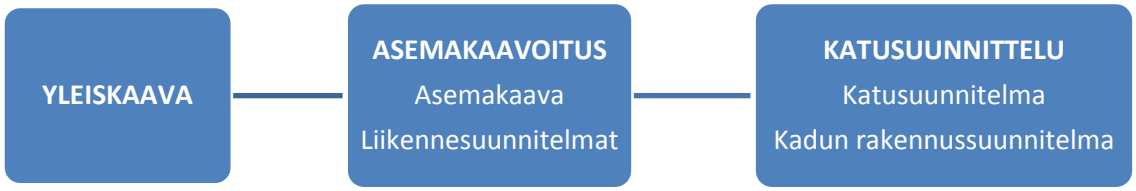
Esiselvitysvaiheeseen sisältyy usein jonkinlainen esisuunnitelma ja alustava vaikutusten arvioiminen. Esiselvityksen perusteella hanke joko otetaan sen koosta riippuen kehittämisohjelmaan (suuret hankkeet) tai se toteutetaan erillishankkeena (pienemmät vesiväylähankkeet). Hankkeen sijainti ja lähtötietojen määrä alueelta saattavat edellyttää tutkimussuunnittelua, jolla määritellään ne alueet, joilla merenmittauksia suoritetaan. Tutkimussuunnittelu jatkuu tarpeen mukaan koko hankkeen ajan muun suunnittelun ohella, sillä hankkeen edistyessä tarvitaan erilaisia pohjatutkimuksia, kairauksia tai matalataajuusluotauksia. Usein hankkeen edistyessä syntyy myös lisäharaus- tai kaikumittaustarvetta, joiden suunnittelu on aivan yhtä tärkeää kuin muukin tutkimussuunnittelu. [8, s. 3.]

Hankkeen ollessa kehittämisohjelmassa ryhdytään sen toteutusvalmiutta kasvattamaan joko *alustavalla* tai *varsinaisella yleissuunnitelmalla*. Nämä eroavat toisistaan tarkkuustasoltaan: alustavassa yleissuunnitelmassa voidaan tarkastella vielä useita eri vaihtoehtoja karkeammalla tarkkuudella, kun varsinaisessa yleissuunnittelussa keskitytään yksityiskohtaisemmin toteutettavaan vaihtoehtoon. Alustavan ja varsinaisen yleissuunnittelun lisäksi voidaan puhua myös *tarkennetusta yleissuunnitelmasta*, joka tulee kyseeseen esimerkiksi silloin, kun hanke otetaan pitkän tauon jälkeen uudelleen tarkasteltavaksi. Yleissuunnittelun aikana laaditaan YVA-selvitys, jonka jälkeen hankkeelle voidaan hakea vesilupaa. [8, s. 3–7.]

Vesilupaa tarvitaan viimeistään urakkasopimusta tehtäessä. Rakennussuunnitelmia tehtäessä tarvitaan usein uusia lisätutkimuksia (kairaus, sukellus-, haraus- ja lohkareisuustutkimukset), joiden ohjelmointi sisältyy rakennussuunnitteluun. Yleissuunnitelmasta mahdollisesti saadut lausunnot tulee ottaa rakennussuunnittelussa huomioon. Rakennussuunnittelun valmistuttua hanke siirtyy toteutukseen. Kun hanke on valmis, valmistellaan hankkeesta väyläpäätös toteutuneen rakennussuunnitelman väyläsuunnitelmakuvien pohjalta. Väyläpäätös vahvistaa väylän käyttöönoton virallisesti. [8, s. 3-4.]

1.2.4 Katusuunnittelu

Katusuunnittelu liittyy vahvasti maankäytön suunnitteluun, sillä se perustuu kaupungin tai kunnan laatimiin, vahvistettuihin asemakaavoihin ja liikennesuunnitelmiin. Suurin osa katusuunnittelun lähtökohdissa määritellään asemakaavoituksen yhteydessä. Siinä määritetään myös katualue, jolle katu katusuunnitteluvaiheessa suunnitellaan. Katualue määrittää kadun ja siihen liittyvien toimintojen sijainnin, leveyden ja likimääräisen korkeusaseman. Katualueella sijaitsevat myös kunnan tai kaupungin ylläpitämät kevyen liikenteen väylät, puuistutuskaistat, kunnallistekniikka sekä muut tekniset laitteet. [2, s. 17–18.]



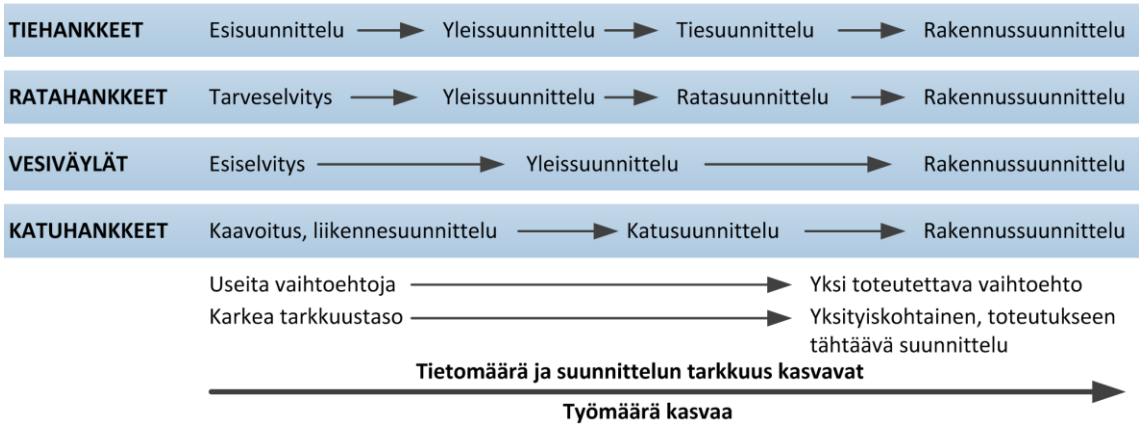
Kuvio 5. Katusuunnittelun suhde kaavoitukseen [2, s. 17].

Kun katusuunnittelu käynnistyy, tehdään kohteessa rakennettavuus- ja perustamistapaselvitys sekä tilataan tarvittavat lähtötiedot (esim. maaperätiedot, maastomallimittaus sekä tarpeen mukaan kaivokartoitus). Katu mitoitetaan ja sen luonne sekä liikenteelliset ratkaisut määräytyvät asemakaavan ja liikennesuunnitelmien mukaan. Katusuunnittelussa erotetaan kaksi vaihetta: varsinainen katusuunnittelu sekä rakennussuunnittelu. [2, s. 18.]

Katusuunnitelma kuvaa havainnollisesti kadun sijainnin ja siihen liittyvät toiminnalliset alueet kartalla. Se laaditaan kaikille asemakaava-alueen kaduille, ja sitä koskevat maankäyttö- ja rakennuslain mukaiset sisältövaatimukset sekä hyväksymismenettely. Rakennussuunnitelmassa määritellään yksityiskohtaisesti kaikki tekniset ratkaisut, rakennustekniset työt sekä massa- ja määrätiedot. [2, s. 18.]

1.2.5 Suunnitteluvaiheen vaikutus lähtötietojen ja suunnittelun tarkkuustasoon

Kuvio 6 alla kuvaa väylähankkeiden yleispiirteistä vaiheistusta sekä suunnitteluvaiheiden linkitystä suunnittelutyön sisältöön sekä työmäärään.



Kuvio 6. Väylähankkeiden vaiheistus [2, s. 20].

Suunnittelun alkuvaihe tapahtuu hankkeesta ja suunnittelukohteesta riippumatta aina karkeammalla tarkkuudella, jolloin tarkasteltavia vaihtoehtoja on myös useampia. Tietotekniikan hyödyntäminen tässä vaiheessa rajoittuu lähinnä erilaisten paikkatietoaineistojen, kuten kaavoitustilanteen, luontotietojen ja ympäristökohteiden analysoimiseen. Yleissuunnittelusta lähtien, mutta varsinkin tie- ja ratasuunnittelussa, teknisen suunnittelun painoarvo lisääntyy, kun määritellään väylän tarkka sijainti ja yksityiskohtaiset ratkaisut. Näissä suunnitteluvaiheissa eri suunnitteluohjelmistoilla on keskeinen merkitys, kun tehdään teknistä suunnittelua ja mitoitetaan ratkaisuja. [2, s. 19–20.]

Erilaiset ja alati kehittyvät suunnitteluohjelmistot tarjoavat mahdollisuuden laatia aikaisempaa laadukkaampia ja teknillisiltä ratkaisuiltaan tasokkaampia suunnitelmia.

1.3 Tietokoneavusteinen suunnittelu

Tietokoneavusteisella suunnittelulla tarkoitetaan nimensä mukaisesti suunnittelua tietokonetta apuna käyttäen. Ennen tietokoneiden yleistymistä suunnitelmat laadittiin paperille tai muoville tusseilla piirtäen. Nykyään suunnitelmat laaditaan digitaalisesti erilaisilla suunnitteluohjelmistoilla, joilla suunnitelmista saadaan helposti tuotettua erilaisia tulosteita. Tussipiirtämiseen verrattuna tietokoneavusteisella suunnittelulla voidaan muun muassa:

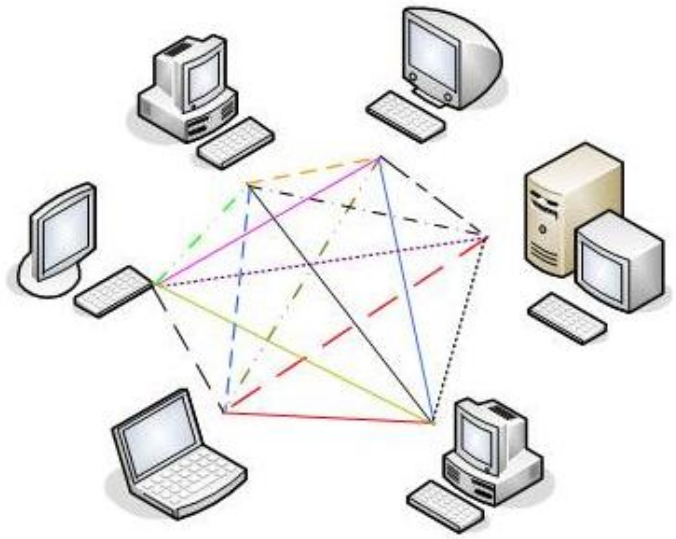
- tuottaa täsmällisempää tietoa ja vähentää suunnitteluvirheiden määrää
- parantaa eri suunnitelmien yhteensopivuutta ja helpottaa eri suunnittelijoiden välistä tiedonsiirtoa
- tuottaa tietoa rakenteen tuotannonsuunnittelua sekä kustannusten- ja ajanhallintaa varten
- tuottaa rakenteen koko elinkaaren kattavaa tietoa
- tuottaa havainnollisempaa ja visuaalisempaa tietoa päätöksenteon tueksi. [2, s. 21.]

Tietokoneavusteisen suunnittelun kehityssuunta on ollut jatkuvasti kohti ns. älykkäämpää suunnittelua, jossa suunnitelmia laaditaan perinteisten viivojen, kaarien ja pisteiden sijaan älykkäillä, erilaista ominaisuustietoa sisältävillä objekteilla. Esimerkiksi suunniteltu kaivo ei koostu pelkästään sitä kuvaavasta ympyrästä, vaan kaivo-objektista, joka sisältää tietoa esimerkiksi kaivon materiaalista ja siihen liittyvistä putkista.

1.4 Tuote- ja tietomallinnus

Tietomallilla tarkoitetaan rakennuksen tai infrarakenteen koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuutta digitaalisessa muodossa. Tuotemallinnuksessa (ks. myös käsitteet BIM ja InfraBIM) rakenteen suunnittelutieto kulkee eri suunnitteluvaiheiden läpi aina alustavasta suunnittelusta valmiin rakenteen ylläpitoon asti. Kun rakenteesta kuten tiestä on laadittu tuotemalli, voidaan sen sisältämää tietoa tarkastella helposti eri näkyminä (kolmiulotteinen visualisointi, kaksiulotteinen piirustus yms.). Tietomallintaminen tehostaa siis infra-alan prosesseja ja koko elinkaaren hallintaa. [9.]

Talosektorilla tietomallinnus on infrasektoriin verrattuna yleisempää. Tämä johtuu muun muassa siitä, että talopuolella tarvittavat lähtötiedot voidaan koota huomattavasti suppeammasta aineistosta. Infrasektorilla tieto- ja tuotemallinnuksen kehitystä on jarruttanut laajat ja hajanaiset lähtöaineistot, sekä tiedonsiirtostandardoinnin keskeneräisyys. [10.]



- Tietoa siirretään eri toimijoiden, eri ohjelmistojen ja eri elinkaarenvaiheiden välillä. Siirto tapahtuu kuvatiedostojen ja tekstitiedostojen avulla.
- Ominaisuustietojen siirto perustuu koodaukseen ja vain murto-osa tiedosta saadaan siirrettyä. Oleellista tietoa jää käyttämättä ja tietoa myös häviää tiedonsiirtoprosessin aikana.

Kuvio 7. Tiedonsiirron nykytilanne [11].

Viime vuosina kehitystyö esteiden raivaamiseksi tuotemallintamisen edeltä on ollut myös infrasektorilla tiivistä. Esimerkkinä tästä on muun muassa suurimpien kaupunkien ja Liikenneviraston yhteinen InfraTM-tutkimushanke. [10.]

1.5 InfraTM

Vuosina 2009–2011 toteutetun InfraTM-tutkimushankkeen pääasiallinen tavoite on ollut suunnata ja vauhdittaa infra-alan muutosta kohti tuotemallipohjaista elinkaaritiedon yhteiskäyttöä, eli käytännössä kohti infra-alan yhteistä tietomallia. Tämä avoin ja yhtenäinen InfraBIM-tietomalli perustuu kansainvälisiin paikkatieto- ja tuotemallistandardeihin sekä kotimaiseen vakionimikkeistöön. Panostusalueita hankkeessa on ollut kolme kappaletta: lähtötietojen saatavuuden kehittäminen, suunnittelun ja rakentamisen tuotemallinnuksen edistäminen ja infraomaisuuden hallinta ja kehittäminen. [12.]

InfraTM-hanke on tehnyt tiivistä yhteistyötä *rakennetun ympäristön strategisen huippuosaamisen keskittymän* RYM Oy:n kanssa. RYM Oy:n *Built Environment Process Reengineering* (PRE) -ohjelmaan sisältyvä InfraFINBIM -tutkimushanke keskittyy infrasektorin tietomallistandardien määrittelyyn. [10; 12.]

1.6 InfraFINBIM

1.6.1 Hanke yleisesti

InfraFINBIM on yksi kuudesta RYM Oy:n PRE-ohjelmaan sisältyvästä työpaketista. Vuosina 2010–2013 toteutettavan PRE-ohjelman tavoitteena on luoda kiinteistö-, rakennus- ja infra-alalle täysin uusia toimintatapoja ja liiketoimintamalleja. InfraFINBIM -työpaketin visiona on, että vuodesta 2014 eteenpäin suuret infranhaltijat tilaavat vain tietomallipohjaista palvelua. Tavoitteena on systeeminen muutos perinteisestä vaiheajattelusta älykkääseen koko infrarakenteen elinkaaren ja kaikki hankkeen osa-alueet, osapuolet sekä toiminnot kattavaan tietomalleja hyödyntävään palvelutuotantoon. [13; 14; 15.]

> Infra FINBIM:n tavoite on tunnistaa, tutkia, määrittää sekä kehittää yhteistyössä infra-alan toimijoiden kesken sellaiset asiakokonaisuudet, joissa vähäinen yhteistyö on tähän asti jarruttanut yritysten mahdollisuuksia toteuttaa ja edelleen kehittää tietomallinnettuja liiketoimintaprosesseja [15].

InfraFINBIM-työpaketti koostuu kolmesta alatyöpaketista, joita ovat

- AP1, hankintamenettelyjen kehittäminen
- AP2, rajapintojen ja standardien kehittäminen
- AP3, suunnittelun ja rakentamisen uudet prosessit. [14.]

Vuoteen 2013 kestävän hankkeen tutkimuskonsortioon kuuluu kaikkiaan 15 yritystä, ja sen budjetti on runsaat 6 miljoonaa euroa. Hankkeen tuloksena saadaan tuotemallinnukselle ohjeita ja vaatimuksia, jotka julkaistaan Rakennustietosäätiön toimesta InfraTM-hankkeen kautta. [14; 15.]

1.6.2 Alatyöpaketti 3: suunnittelun ja rakentamisen uudet prosessit

Alatyöpaketin kokonaistavoitteiksi on määritetty kaksi pääkohtaa:

- Määrittää, millainen on mallinnettujen suunnitelmien ja rakentamisen laadunvarmistuksen luovutusaineistojen sisältö
- Sellaisten yhteisten prosessien määrittäminen ja kehittäminen, joita jokainen palveluntuottaja tarvitsee menestyksekkääseen tietomallipohjaisen liiketoimintaprosessinsa kehittämiseen.

Kokonaistavoitteiden saavuttamiseksi on alatyöpaketti jaettu erilaisiin tehtäviin ja osa-alueisiin, joille on asetettu erilaisia pienempiä osatavoitteita. Alatyöpaketin vastuualueet ja niiden vastuutahot on esitetty taulukossa 1 alla.

Taulukko 1. Alatyöpaketin vastuualueet

	Väylät ja alueet	Taitorakenteet	Ylläpito		
		Sillat, meluvallit yms.	Tiet, kadut ja alueet	Rautatiet	Vesiväylät
Lähtötiedot ja hallinnolliset suunnitteluvaiheet (2011-12)	Sito	WSP	NCC Roads	VR Track	Terramare
Rakennussuunnittelu (2011-12)	Destia	VR Track			
Toteutus (2011-12)	Lemminkäinen	YIT			
Omaisuuden hallinta (2013)	Ramboll	Liikennevirasto			

Opinnäytetyö laaditaan Sito Oy:lle, jonka vastuualueena on väylien ja alueiden osalta lähtötiedot ja hallinnolliset suunnitteluvaiheet. Siton osatavoitteita on esitetty luvun 1.7 alla.

1.7 Tutkimuskysymys ja tutkimusmetodit

Opinnäytetyön tärkein tutkimuskysymys on, kuinka väyläsuunnittelua varten laadittava lähtötilanteen malli, eli lähtötietomalli, määritellään. Kysymys kattaa siis sen, mitä termillä lähtötietomalli tarkoitetaan ja mitä itse malli sisältää. Tämän jälkeen tutkimusky-

symys jaetaan vielä useampaan sitä tarkemmin määrittävään alakysymykseen. Näitä ovat muun muassa:

- Millainen on lähtötietomallin muodostusprosessi?
- Millaisia laadunvarmistustoimenpiteitä prosessiin sisältyy?
- Millaisia vaatimuksia asetetaan toimeksiannolle, mallin lähtöaineistolle ja itse lähtötietomallille?

Opinnäytetyötä työstettiin alkuun pääsääntöisesti kirjallisuustutkimuksena ja Siton sisäisen työryhmän kesken, mutta myöhemmin myös InfraFINBIM-alatyöpaketti 3:n palavereista saatujen kommenttien sekä eri seminaareista saatujen ideoiden ja ajatusten pohjalta. Lähtötietomallin muodostamista päästiin kokeilemaan alkuvuodesta 2012 myös käytännössä, kun Sito sai tehtäväksi laatia lähtötietomallin valtatien 14 parantamiseen Savonlinnan kohdalla tähtäävään tiesuunnitelmavaiheeseen.

Lähtötietomallille määritettiin rakenne, jonka toimivuutta tarkasteltiin myöhemmin peilaamalla sitä olemassa olevien hankkeiden lähtöaineistoluetteloihin. Rakenteen määrityksessä käytettiin apuna Norjan tiehallinnon laatimaa ohjekirjaa tietomalleista. Tämän jälkeen vastauksia tutkimuskysymyksiin etsittiin mm. lukuisista Liikenneviraston ohjeista, jotka tavalla tai toisella käsittelivät väylähankkeiden lähtöaineistoja. Tällaisia ohjeita ovat esimerkiksi:

- Liikenneviraston ohjeita 23/2011. Maastotietojen hankinta – Toimintaohjeet Maastotietojen mittaus, toimintaohje
- Liikenneviraston ohjeita 18/2011. Tie ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohje
- Liikenneviraston ohjeita 19/2010 Yleissuunnitelma – Toimintaohjeet
- Liikenneviraston ohjeita 20/2010. Tiesuunnitelma – Toimintaohjeet.

Työn tuloksia peilattiin myös talopuolella tapahtuvaan Senaatti-kiinteistöjen tietomallivaatimusten päivitystyön, eli ns. COBIM-hankkeen tuloksiin. Vuonna 2007 julkaistujen tietomallivaatimusten päivitystyö toteutettiin vuosina 2011 – 2012, ja tulokset julkaistiin 27.3.2012 nimellä Yleiset tietomallivaatimukset 2012.

Tutkimustyötä varten tietoa ja uusia ajatuksia haettiin myös seuraavilta seminaareilta, työpajoilta sekä teemapäiviltä:

- VTT:n järjestämä *FINBIM–BIMCity tiedonsiirtotyöpaja* 21.06.2011
- Rakennusinsinööriliiton tietomallitoimikunnan seminaari 13.10.2011 teemalla *tilaaja avainasemassa tietomallien käytölle*
- Sito Oy:n teemapäivä 2.2.2012 teemalla *rakennushankkeen lähtötiedot helposti pilvestä.*

Lähtötietomallin muodostamisen kannalta äärimmäisen arvokasta tietoa ja kokemuksia saatiin muodostusprosessin pilottihankkeesta. Lähtötietomallin muodostaminen valtatien 14 parantamiseen Savonlinnan Laitaatsalmen kohdalla tähtäävään tiesuunnitelmaan selvensi monia muodostusprosessiin liittyviä asioita ja kysymyksiä, kun niitä päästiin kokeilemaan käytännön tasolla.

2 Lähtötietomalli

2.1 Määrittely

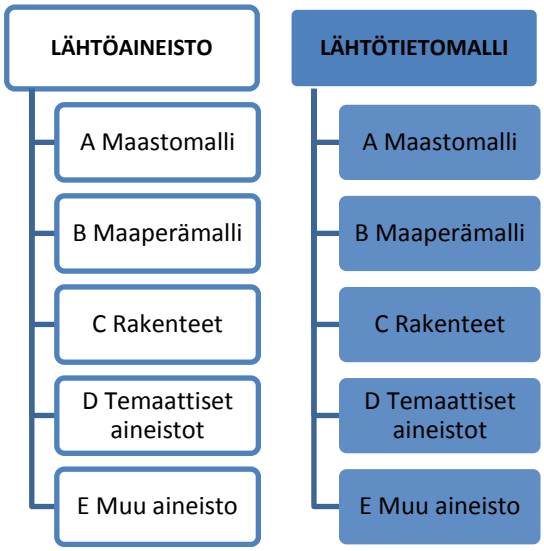
Lähtötietomalli kuvaa hankkeen suunnittelualueen nykytilaa kaksi- ja kolmiulotteisessa muodossa. Lähtötietomallilla ei kuitenkaan tässä yhteydessä tarkoiteta kaiken lähtöaineiston kattavaa yhdistelmämallia, vaan tietynlaista tapaa jalostaa, jaotella sekä hallita hankkeen suunnittelua varten hankittua lähtöaineistoa. Koska mallin katsotaan sisältävän vain nykytilatietoa, ei siihen sisällytetä esimerkiksi suunniteltuja rakenteita.

2.2 Rakenne

Lähtötietomallin sisällön tarkemmassa määrittelyssä käytettiin apuna Norjan tiehallinnon ohjekirjaa *HB 138: Tietomallit*, joka asettaa vaatimuksia lähtötiedoille, malleille sekä merkintä- ja mittaustiedoille. Norjassa on panostettu viime vuosina paljon tietomallintamisen hyödyntämiseen infra-alalla, ja Norjan tiehallinnon tavoite onkin, että

> --- viiden vuoden sisällä kaikki suunnittelu, rakentaminen ja ylläpito toteutetaan objektipohjaisten 3D-mallien avulla [16, s. 11].

Ohjekirja 138 jaottelee lähtöaineiston ryhmiin nykytilanne, topografia, tunnelit, maanalaiset asennukset, maaperäkerrokset ja edellisten projektivaiheiden dokumentointi ja temaattinen paikkatieto. Lähtötietomalli koostuu ohjekirjassa maastomallista, maaperämallista, maaperämallin geologiasta ja nykyisten objektien (rakenteiden) mallista. Näitä rakenteita jalostetaan vastaamaan paremmin suomalaisia olosuhteita, minkä seurauksen päädytään sekä lähtötietomallin että lähtöaineiston osalta kuvion 8 mukaiseen aineiston jaotteluun. [16, s. 32–33, 38.]



Kuvio 8. Lähtötietomallin ja sen lähtöaineiston rakenne

Aineistot on selostettu tarkemmin alla luvuissa 2.2.1 - 2.2.5.

2.2.1 Maastomalli

Yleisesti maastomallilla tarkoitetaan digitaalista, kolmiulotteista mallia maaston pinnanmuodoista. Mallin kuvatessa pelkästään maanpinnan korkeuseroja kutsutaan sitä *korkeusmalliksi*. Tällaisella mallilla voidaan määrittää esimerkiksi korkeuskäyriä ja suorittaa erilaisia kaltevuus- ja virtausanalyysejä. Kun mallissa kuvataan myös maanpäällisiä rakenteita, kuten rakennuksia ja väyliä, sekä mahdollisesti kasvillisuutta, kutsutaan mallia *maastomalliksi*. Tällaista mallia käytetään suunnittelun ja visualisoinnin työkaluna. Maastomalleihin voidaan sisällyttää nykyisin myös ominaisuustietoa. [2, s. 41.]

Maastomallin tarkkuus kasvaa sitä enemmän mitä pidemmälle suunnittelussa on edetty. Yleissuunnitelmavaiheessa tuotetaan yleispiirteinen maastomalli (likimalli), kun tie-/rata- ja rakennussuunnitteluvaihetta varten tulee tuottaa tarkka maastomalli. Jos tie- tai ratasuunnitteluvaihe seuraa välittömästi yleissuunnitteluvaihetta, laaditaan tarkka maastomalli jo yleissuunnitteluvaiheessa. Esisuunnitteluvaiheessa voidaan tarvittaessa käyttää olemassa olevaa maastotietoa, kuten Maanmittauslaitoksen koko Suomen kattavaa ja laserkeilauksella tuotettua korkeusmallia. [17, s. 16.]

Maastomallin tuottaminen on kaksivaiheinen prosessi. Ensimmäisessä vaiheessa maastomallin lähtöaineisto kerätään valitulla mittausmenetelmällä ja toisessa vaiheessa kerätystä mittausdatasta jalostetaan maastomalli. Mittaustekniikoita mallin tuottamiseen ovat laserkeilaus helikopterista tai lentokoneesta, ajoneuvolaserkeilaus, maalaserkeilaus, fotogrammetrinen mittaus sekä maastokartoitus esimerkiksi takymetrillä. [18, s. 16.]

Maastomallin muokkaus on työvaihe, jossa eri tekniikoilla tuotettu mittausdata yhdistetään ja muodostetaan loogisesti eheä ja laatutavoitteet täyttävä maastomalli. Samalla suoritetaan maanpinnan hajapisteiden määritys, jolla harvennetaan laserkeilauksella saatua lähtödataa niin, että saavutettava pistetiheys on järkevällä tasolla. Sopiva pistetiheys riippuu maanpinnan topografiasta, mutta tyypillinen pisteväli maanpinnan hajapisteille on noin kolme metriä. Hajapisteet poistetaan kokonaan teiden pinnoilta sekä luiskista ja leikkauksista. Pisteiden lisäksi maastomalli koostuu taiteviivoista, joilla kuvataan mm. teiden reuna- ja keskilinjoja. Pisteistä ja taiteviivoista muodostetaan tämän jälkeen kolmioitu pintamalli, jossa pisteet ja taiteviivat muodostavat kolmioista muodostuvan yhtenäisen ja eheän pinnan. [18, s. 20.]

Lähtötietomallissa maastomalli kuvaa siis nykyisen maaston pintaa ja se koostuu kolmioiduista pisteistä ja viivoista. Lähtötietomallin maastomalliin voi sisällyttää useamman eri tarkkuustason aineistoa, kunhan eri lähtöaineistot ovat helposti erotettavissa. Suunnittelualueelle on hyvä laatia tarkka maastomalli, kun taas suunnittelualueen ympäristöstä riittää usein epätarkempi likimalli (esimerkiksi melulaskentoja varten).

Kun suunnittelu on edennyt myöhempiin suunnitteluvaiheisiin (tie-/rata- tai rakennussuunnittelu yms.), joudutaan usein tuottamaan suunnittelualueesta uusi maastomalli.

Tämä johtuu siitä, että suunnittelualueelta löytyy harvemmin tarkan maastomallin tarkkuusvaatimukset täyttävää lähtöaineistoa. [19, s. 33.]

Maa- ja metsätalousministeriön antaman asetuksen nojalla avataan maanmittauslaitoksen maastotietoaineistot 1.5.2012 lähtien kansalaisten ja yritysten vapaaseen käyttöön. Käyttöoikeusmaksut poistuvat toukokuun alussa muun muassa maastotietokannasta ja siitä johdetuista tuotteista, kiintopisteistä, laserkeilausaineistoista sekä ilma- ja ortokuvista. Näitä aineistoja voidaan käyttää hyväksi mm. alustavassa suunnittelussa. [20.]

2.2.2 Maaperämalli

Maaperämalli kuvaa maanpinnan alapuolisia maalajirajoja ja kallionpintaa. Maaperän maalajirajat ja kallionpinta koostuvat, kuten maastomallikin, kolmioiduista pisteistä ja viivoista. Maalajirajat ja kallionpinta tulkitaan lähtötietomalliin esimerkiksi Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) maaperäkartan, aiempien suunnitteluvaiheiden ja/tai suunnittelualueella suoritettavien uusien maaperä- ja laboratoriotutkimusten avulla. On tärkeää muistaa, että maaperämalli perustuu aina tulkintaan, eikä se ole koskaan täysin tarkkaa tietoa. [2, s. 38.]

2.2.3 Rakenteet

Rakennemalli käsittää kaikki suunnittelualueen nykyiset rakenteet, sijaitsivat ne sitten maan pinnalla, sen ala- tai yläpuolella. Tällaisia rakenteita ovat mm.:

- Sillat ja muut taitorakenteet
- Johto- ja kaapelitiedot
- Vesihuoltoverkostot
- Valaistus
- Viitoitus
- Muut rakenteet.

Hankintalähteitä ovat mm. Liikennevirasto, ELY-keskukset, kunnat, teleoperaattorit, sähköyhtiöt ja vesilaitokset.

2.2.4 Temaattiset aineistot

Temaattisiin aineistoihin sisältyvät kaava-, kartta- ja paikkatietoaineistot. Aineistoa on pääsääntöisesti kaksiulotteisessa muodossa, ja hankintalähteitä on lukuisia. Esimerkkeinä mainittakoon

- kaava-aineistojen osalta
    - maakuntien liitot
    - kunnat
- kartta-aineistojen osalta
    - kunnat
    - Maanmittauslaitos
- paikkatietojen osalta
    - Suomen ympäristökeskus (SYKE)
    - Museovirasto. [21.]

Helpotusta paikkatietoaineistojen valtavaan määrään ja hajautumiseen monelle eri omistaja- ja tuottajataholle on luvassa vuonna 2009 voimaanastuneen Inspire-direktiivin (2007/2/EY) myötä. Direktiivin tarkoitus on tuoda ympäristöä kuvaavat paikkatietoaineistot saataville yhtenäisessä muodossa kaikissa EU:n jäsenmaissa. Direktiivi yhtenäistää julkisen hallinnon paikkatietoaineistojen hallintaa ja käytettävyyttä. Direktiivi myös velvoittaa viranomaiset kuvailemaan metatiedoin direktiivin piiriin kuuluvat paikkatietoaineistot ja saattamaan ne tulevaisuudessa tietoverkon kautta yhteiskäyttöön. Siirtymäaikaa direktiivin käyttöönottoon on vuoteen 2019 asti, jolloin viimeisetkin paikkatietojen katselu- ja latauspalveluiden tulee olla käytettävissä. [10; 21, s. 1, 9.]

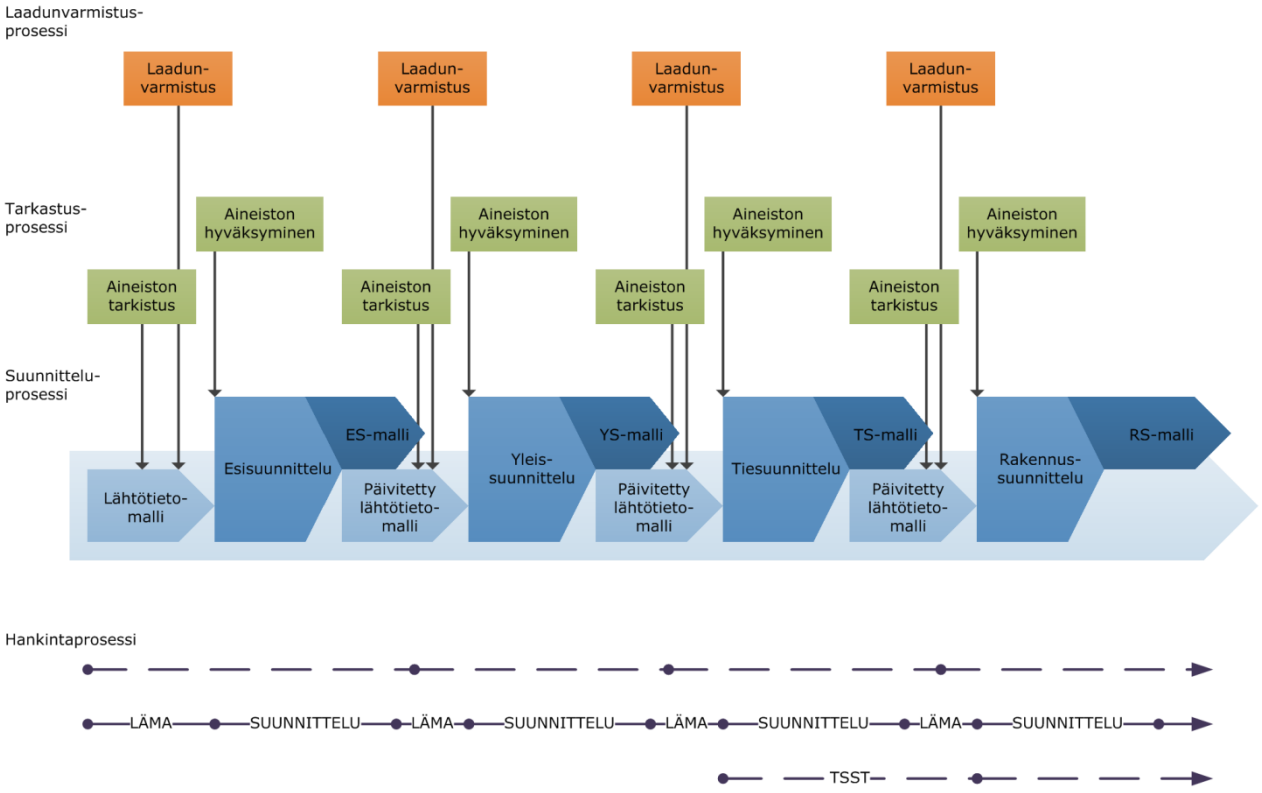
2.2.5 Viiteaineisto/muu aineisto

Muuksi aineistoksi tai viiteaineistoksi voidaan lukea kaikki muu dokumentaatio/aineisto, joka ei varsinaisesti sisälly itse malliin, mutta jonka katsotaan olevan mallin kannalta oleellista ja tärkeää tietoa. Näitä voivat olla mm. lausunnot, ortokuvat yms.

3 Muodostusprosessi

3.1 Yleistä

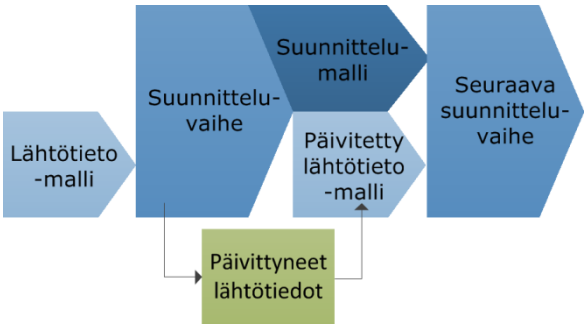
Kuviossa 9 on esitetty lähtötietomalli osana tiesuunnittelua, mutta periaate pätee muuhunkin väyläsuunnitteluun (rata-, katu- ja vesiväylähankkeet).



Kuvio 9. Esimerkki lähtötietomallista tiesuunnitteluprosessin osana

Ajatus on, että lähtötietomalli ja itse suunnitelmamalli erotetaan suunnitteluprosessissa toisistaan. Lähtötietomalli laaditaan hyvissä ajoin ennen suunnittelun alkua, jolloin suunnittelijalla on suunnitteluprosessin käynnistyttyä välittömästi käytössään tarvittavat nykytilan lähtötiedot. Lähtötietomalli toimii näin pohjana suunnitelmamallille ja se seuraa suunnittelua koko suunnitteluprosessin ajan. Lähtötietomallin tiedot saattavat päivittyä suunnitteluvaiheen aikana esimerkiksi suunnittelualueella tehtyjen uusien pohjatutkimusten tai varmentuneiden johtotietojen myötä. Tässä tapauksessa vastuu lähtötietomallin päivityksestä seuraavaa suunnitteluvaihetta varten on suunnittelusta vas-

taavalla taholla. Mallin alkuperäisen laatijan päivitysvastuu päättyy tilaajan hyväksyessä lähtötietomallin.

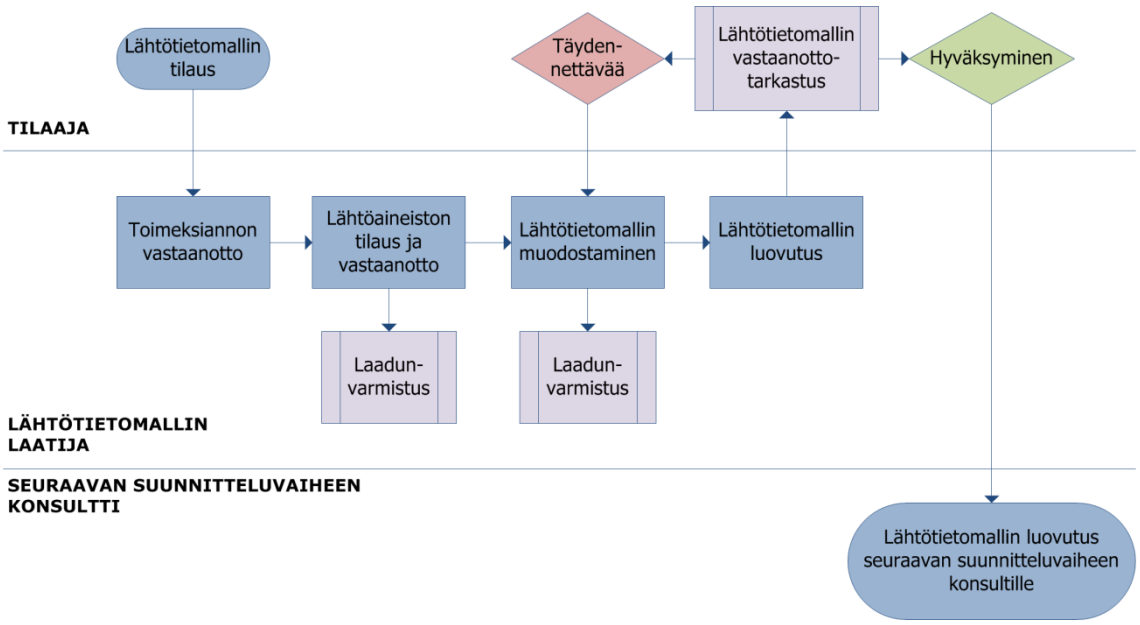


Kuvio 10. Lähtötietomallin päivitys myöhemmissä suunnitteluvaiheissa

Itse lähtötietomallin muodostaminen koostuu seuraavista vaiheista:

1. Toimeksianto
2. Lähtöaineiston hankinta ja laadunvarmistus
3. Lähtötietomallin muodostaminen ja laadunvarmistus
4. Lähtötietomallin luovutus tilaajalle, joka joko hyväksyy tai lähettää mallin täydennettäväksi mallin laatijalle.

Lähtötietomallin muodostusprosessi on kuvattu tarkemmin kuviossa 11 alla.



Kuvio 11. Lähtötietomallin muodostusprosessi

Kappaleessa ja kuviossa 11 mainitut vaiheet selitetään tarkemmin luvuissa 3.2 - 3.7.

3.2 Toimeksianto

Mallinnettavien lähtötietojen hankintatapa, tarkkuustaso, käsittely ja tehtäväjako sovitaan aina projektikohtaisesti tilaajan kanssa (tarvittaessa myös yhteistyössä projektiryhmän kanssa) yksityiskohtaisesti niin, että lähtötiedot ja lähtötietomalli palvelevat mahdollisimman hyvin hankkeen edistymistä.

3.3 Lähtöaineistojen hankinta

Lähtötietomallia varten hankittavat lähtöaineistot kirjataan taulukkomuotoiseen aineistoluetteloon (ks. liite 1), johon tilatut lähtöaineistot jaotellaan kuvion 8 (s. 19) mukaisiin aineistokokonaisuuksiin. Aineistoluetteloon tulee kirjata kustakin lähtöaineistosta seuraavat asiat:

- Aineiston nimi
- Hankintavastuu
- Saantipäivämäärä
- Vastaanottaja
- Lähde
- Omistaja ja omistajan yhteystiedot
- Lähdejärjestelmä (koordinaatti- ja/tai korkeusjärjestelmä)
- Lähdeformaatti
- Lähtöaineiston päiväys (epävarmat merkitty esim. kursiivilla)
- Saatavuus- ja käyttörajoitukset
- Lopputuote (formaatti)
- Aineiston tarkkuustaso
- Mahdollinen lisäselite.

Prosessin laadunvarmistuksen kannalta aineistojen taustatietojen huolellinen ylöskirjaus on tärkeää. Ongelmatilanteissa on aineistojen jäljitettävyys helpompaa, kun tiedetään mm. aineiston hankintalähde, vastaanottaja ja muokkaaja.

3.4 Mallin muodostus

3.4.1 Aineiston koonti

Lähtötietomallihankkeelle luodaan yksiselitteinen nimi, jota käytetään hankkeen kansion nimeämiseen. Aineistoja varten laaditaan neljä pääkansiota:

1. EDELLISEN_SUUNNITELMAVAIHEEN_AINEISTO
2. RAAKA-AINE
3. LÄHTÖAINEISTO
4. LÄHTÖTIETOMALLI.

Kunkin pääkansion alle luodaan alakansiot lähtötietomallille määritetyn rakenteen mukaan (ks. kuvio 8 s. 19):

- A-Maastomalli
- B-Maaperämalli
- C-Rakenteet
- D-Temaattiset_aineistot
- E-Muu_aineisto.

Alakansioihin luodaan vielä tarpeellinen määrä kansioita mallikohtaisille aineistoille, esimerkiksi *A01-Maastomalli*, *A02-Laserkeilausaineisto*, *A03-Vesialueen_pohjaluotaus* jne..

Kansioon RAAKA-AINE kootaan kaikki aineistotoimittajilta saatu lähtöaineisto sellaisenaan. Kansioon LÄHTÖAINEISTO kopioidaan RAAKA-AINE-kansiosta tiedostot tarvittavin osin ja ne sijoitetaan oikeisiin kansioihin, alkuperäisillä nimillään. Kansioon LÄHTÖTIETOMALLI sijoitetaan kaikki ne LÄHTÖAINEISTO-kansion tiedostot, joille on suoritettu muokkaustoimenpiteitä.

Kun lähtötietomalli on valmis ja tilaajan puolelta hyväksytty, eteenpäin luovutetaan aineistot kansioista LÄHTÖAINEISTO ja LÄHTÖTIETOMALLI.

3.4.2 Aineiston muokkaus

Aineiston muokkauksella pyritään harmonisoimaan lähtötietomallin lähtöaineisto sellaiseen muotoon, että sitä voidaan käyttää mahdollisimman helposti hyödyksi tietomallipohjaisessa suunnittelussa. Muokkaustoimenpiteet sisältävät muun muassa seuraavia lähtöaineistoille suoritettavia toimenpiteitä:

- Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmien yhtenäistäminen
- Formaattimuunnokset
- Pintamallien laatiminen (maasto- ja maaperämalli).
- Inframodel-/LandXML-muunnokset
- Aineistojen yhdistely
- Aineistojen aluerajaukset
- Rakenteiden mallinnus

Lähtöaineistolle suoritetut muokkaustoimenpiteet kuvataan mallikohtaisesti esimerkiksi taulukkomuotoiseen toimenpidekuvauslomakkeeseen (liite 2). Toimenpidekuvauksiin merkitään aineisto, sille suoritetut muokkaustoimenpiteet, aineistoon liittyvät erityishuomiot ja puutteet, sekä aineistolle suoritetut laadunvarmistustoimenpiteet ja laadunvarmistuksesta vastanneen henkilön puumerkki.

3.5 Mallinnusvaatimukset

3.5.1 Yleiset vaatimukset

Lähtötietojen mallintaminen tulevia tarpeita vastaavaksi on olennaista hankkeen jatkosuunnittelun kannalta. Hankkeissa, joissa suunnittelusta vastaava taho on selvillä, olisi suositeltavaa, että hankkeen suunnittelijat ovat mukana sopimassa lähtötiedoista ja lähtötietomallille asetettavista vaatimuksista. Tällöin voidaan varautua esimerkiksi ohjelmistojen välisestä tiedonsiirrosta mahdollisesti nouseviin ongelmiin. Lähtötietomallille asetettavia sisältövaatimuksia laadittaessa tulee huomioida myös kohteen käyttötilanne mittauksia ja tutkimuksia tehtäessä. Esimerkiksi, jos mallinnettava kohde on käytössä mittausten aikana, voi mittausten suorittaminen vaikeutua. [22, s. 7.]

Tilattaessa lähtöaineistoa usealle projektivaiheelle tulee tilauksen lähtökohdaksi se suunnitteluvaihe, jolla on tarkimmat vaatimukset. Kaikille aineistoille yhteisiä vaatimuksia asetetaan seuraaville asioille:

- Koordinaattijärjestelmä
- Korkeusjärjestelmä
- Laajuus
- Ajantasaisuus
- Metatiedot.

Eri aineistojen laajuus tulee rajata aineistokohtaisesti. Esimerkiksi pohjavesialueet tulee selvittää suunnittelualuetta laajemmalta alueelta.

Lähtötietomallin aineistojen metatiedot tulee liittää aineistoon (lähtöaineistoluettelo, toimenpideselvitykset, lähtötietomalliselostus) ja dokumentoida, jotta aineistojen alkuperä voidaan tarvittaessa luotettavasti jäljittää.

3.5.2 Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä

Koordinaattijärjestelmänä tulee käyttää jotakin globaalia koordinaatistoa, ensisijaisesti EUREF-FIN-koordinaatistoa. Aineistoja ei saa luovuttaa eteenpäin tilapäisissä paikallisissa koordinaatistoissa. Korkeusjärjestelmänä tulee käyttää ensisijaisesti korkeusjärjestelmää N2000.

Suomessa on ollut käytössä lukuisia eri koordinaatistoja, yleisimpänä kartastokoordinaattijärjestelmä (KKJ). Esimerkiksi Helsingillä, Espoolla ja Vantaalla on kaikilla historiallisista syistä eri koordinaatistot. Tähän on tulossa muutos vuoden 2013 alusta lähtien, kun kunnat ovat siirtymässä korvaavaan EUREF-FIN-järjestelmään. Kyseistä järjestelmää käyttävät myös mm. Liikennevirasto ja Maanmittauslaitos. [2, s. 35; 10.]

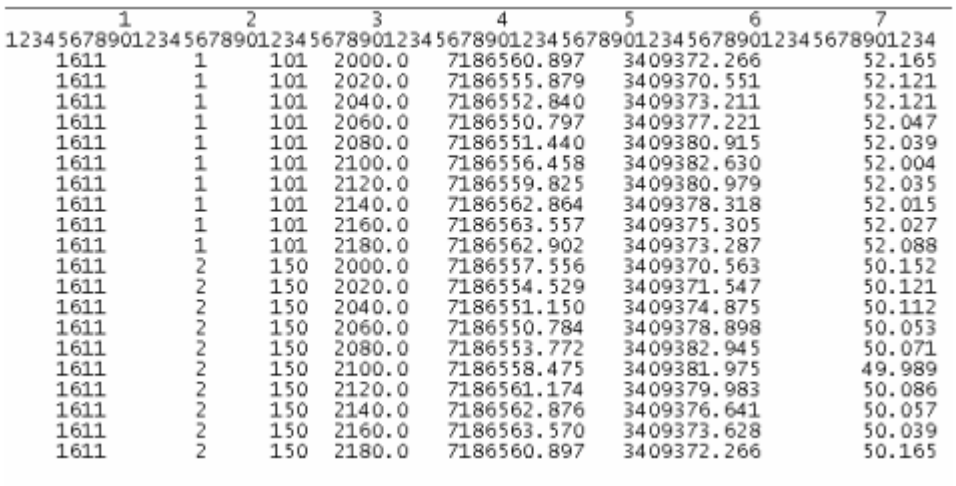
3.5.3 Formaatit

Lähtötietomallin sisältämät mallit ja aineistot tulee luovuttaa taulukon 2 mukaisissa formaateissa.

Taulukko 2. Formaattivaatimukset

Malli	Ensisijainen formaatti	Toissijainen formaatti	Selite
Maastomalli	Inframodel/LandXML	Tielaitos	
Maaperämalli	Inframodel/LandXML	Tielaitos	
Pohjatutkimukset	Infra-formaatti		Nyk. versio 2.1b
Nykyiset rakenteet			
putkijohtoverkostot	Inframodel/LandXML	dwg/dgn	
kaapelit, johdot	dwg/dgn		
rakennukset	dwg/dgn		
sillat	IFC	3D dwg	
…			
Temaattiset aineistot			
pohjakartat	KuntaGML	dwg/dgn	
kaavakartat	KuntaGML	dwg/dgn	
paikkatieto		dwg/dgn	
…			
Ortokuvat		.ecw, .jpeg2000	
Ilmakuvat		.tiff	

Inframodel on kansainväliseen LandXML-standardiin perustuva suunnitelmatiedon siirtoon tarkoitettu formaatti. Molemmat pohjautuvat XML-merkintäkieleen (*eXtensible Markup Language*), jolla tiedon merkitys voidaan kuvata tiedon sekaan. XML-kieltä käytetään formaattina sekä tiedonvälityksessä ohjelmistojen välillä että dokumenttien tallentamiseen. XML-dokumentti koostuu elementeistä, joita LandXML-standardissa on noin 200. Näistä on Inframodelissa käytetty noin viittäkymmentä, minkä lisäksi siihen on myös lisätty rakennelaajennuksia sellaisissa asioissa, joissa perusstandardin on katsottu olleen puutteellinen (esimerkiksi vesihuollon rakenteiden ja putkien lisätiedot). GML (*Geography Markup Language*) on XML-kieleen perustuva paikkatietojen mallintamis- ja koodaustapa. [2, s. 45–48; 24, s. 1.]



1	2	3	4	5	6	7
1611	1	101	2000.0	7186560.897	3409372.266	52.165
1611	1	101	2020.0	7186555.879	3409370.551	52.121
1611	1	101	2040.0	7186552.840	3409373.211	52.121
1611	1	101	2060.0	7186550.797	3409377.221	52.047
1611	1	101	2080.0	7186551.440	3409380.915	52.039
1611	1	101	2100.0	7186556.458	3409382.630	52.004
1611	1	101	2120.0	7186559.825	3409380.979	52.035
1611	1	101	2140.0	7186562.864	3409378.318	52.015
1611	1	101	2160.0	7186563.557	3409375.305	52.027
1611	1	101	2180.0	7186562.902	3409373.287	52.088
1611	2	150	2000.0	7186557.556	3409370.563	50.152
1611	2	150	2020.0	7186554.529	3409371.547	50.121
1611	2	150	2040.0	7186551.150	3409374.875	50.112
1611	2	150	2060.0	7186550.784	3409378.898	50.053
1611	2	150	2080.0	7186553.772	3409382.945	50.071
1611	2	150	2100.0	7186558.475	3409381.975	49.989
1611	2	150	2120.0	7186561.174	3409379.983	50.086
1611	2	150	2140.0	7186562.876	3409376.641	50.057
1611	2	150	2160.0	7186563.570	3409373.628	50.039
1611	2	150	2180.0	7186560.897	3409372.266	50.165

Kuvio 12. Tielaitos-formaatin (tunnetaan myös GT-formaattina) mukainen sarakejako [23, s. 19].

Tielaitos-formaatissa on tiedot kuvattu ASCII-muodossa, jossa data koostuu neljästä tunnistekentästä sekä kolmesta koordinaattikentästä. Tavoitetila on kuitenkin se, että tiedonsiirrossa käytettäisiin Inframodel-formaattia, jolla on mahdollista tallentaa kattavammin myös erilaista metatietoa. [23, s. 19.]

3.5.4 Maastomalli

Tie- ja ratasuunnittelua sekä rakennussuunnittelua varten tarvitaan tarkka maastomalli. Yleissuunnittelua varten tilataan karkeampi, yleispiirteinen maastomalli (likimalli), ellei tie- tai rata- ja rakennussuunnitteluvaihe seuraa välittömästi yleissuunnittelua. Esisuunnittelua varten riittää olemassa oleva maastotieto, esimerkiksi Maanmittauslaitoksen korkeusmalli. [17, s. 16.]

Maastomalliaineistolle asetetaan vaatimuksia esimerkiksi

- mittausperustan pisteille
- yksikäsitteisten kohteiden mittauksen keskivirheelle
- pinnan korkeuden interpoloinnin keskivirheelle
- taiteviivojen ja hajapisteiden pistevälille.

Maastomallin ja mittausperustan laatimisesta on säädetty julkaisussa *Liikenneviraston ohjeita 18/2011 Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausoh*je ja tilaamisesta julkaisussa *Liikenneviraston ohjeita 23/2011 Maastotietojen hankinta – Toimintaohjeet*.

3.5.5 Pohjatutkimukset

Pohjatutkimuksia tehdään suunnittelun eri vaiheissa siten, että tutkimusten tarkkuus vastaa kunkin suunnitteluvaiheen vaatimuksia. Koska rakennussuunnitelma tehdään usein juuri ennen rakentamista tai rakentamisen aikana, on tärkeää, että jo aikaisempien suunnitelmavaiheiden yhteydessä tehdään kattavat pohjatutkimukset. Näin voidaan määrittää edullisimmat pohjanvahvistusmenetelmät sekä niiden massat ja kustannukset. Pohjatutkimuksille asetetaan vaatimuksia mm. tutkimuspisteiden paikalleen mittaamiselle.

Pohjatutkimuksista ja niiden tilaamisesta on säädetty julkaisussa *Liikenneviraston ohjeita 23/2011 Maastotietojen hankinta – Toimintaohjeet*.

3.5.6 Maaperämalli

Maaperämallissa maakerrosrajapinnat tulkitaan topografian ja pohjatutkimustuloksien perusteella erillisinä pintoina, esimerkiksi kallion pinta tai saven alapinta. Maakerrosrajapinnat muodostuvat kuten maastomallitkin pisteistä ja viivoista sekä niistä muodostetusta kolmiopinnasta. Kalliopinnan osalta on erotettava avokalliopisteet/viivat ja tulkitut pisteet/viivat.

3.5.7 Rakenteet

Raiteen kartoitukselle asetetaan vaatimuksia mm. radan keskilinjan ja korkeusviivan taso- ja korkeuskoordinaattien maksimivirheelle. Raiteen kartoituksen tilaamisesta on säädetty julkaisussa *Liikenneviraston ohjeita 23/2011 Maastotietojen hankinta – Toimintaohjeet* ja mittaamisesta julkaisuissa *Liikenneviraston ohjeita 18/2011 Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausohje* sekä *Liikenneviraston ohjeita 3/2010 RATO 2 Radan geometria*.

3.5.8 Temaattiset aineistot

Kiinteistötietojen, pohjakartan ja ilmakuvien tilaamisesta on säädetty julkaisussa *Liikenneviraston ohjeita 23/2011 Maastotietojen hankinta – Toimintaohjeet*. Pohjakartan ja ortokuvien mittaamisesta on säädetty julkaisussa *Liikenneviraston ohjeita 18/2011 Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot – Mittausohje*.

3.6 Laadunvarmistus

3.6.1 Yleistä laadunvarmistuksesta

Tarkistus- ja laadunvarmistustoimenpiteitä tulee suorittaa niin lähtöaineistolle kuin itse lopputuotteelle. Kaikki suoritetut muokkaustoimenpiteet tulee dokumentoida sekä mallikohtaisiin toimenpideselostuksiin (liite 2) että lähtötietomalliselostukseen. Laadunvarmistustoimenpiteet kirjataan erilliseen lähtötietomallin tarkastuslomakkeeseen/-listaan.

3.6.2 Lähtötietomalliselostus

Lähtötietomalli on dokumentaatio lähtötietomallin tilasta ja sen sisällöstä. Selostuksen yleisestä osasta käy ilmi mallin tarkoitus, sen tilaaja sekä laatija. Selostuksessa kerrotaan mallin tarkkuustaso, lähtöaineistolle suoritetut toimenpiteet ja mallia koskevat erityishavainnot, puutteet ja tehdyt oletukset. Selostuksen tulee käytännössä siis sisältää kaikki mallin käyttöön ja luotettavuuteen liittyvät seikat. [22, s. 7; 25, s. 26.]

Malliin ja sen sisältöön liittyvät erityishavainnot, puutteet ja tehdyt oletukset on syytä dokumentoida huolellisesti, sillä selostus toimii testamenttina tulevalle suunnitteluvaiheelle. Jos puutteita ei dokumentoida, voivat muut osapuolet olettaa mallin vastaavan mallinnusvaatimuksia. Jos näin ei ole, on mallin laatija vastuussa puutteellisen mallin aiheuttamista mahdollisista virheistä ja lisätöistä suunnittelusopimusten ja yleisten sopimusehtojen määrittelemässä laajuudessa. [22, s. 7; 25, s. 26.]

3.6.3 Lähtöaineiston laadunvarmistus

Lähtöaineistolle on syytä suorittaa aina vastaanoton yhteydessä vastaanottotarkastus. On tärkeää, että

- aineisto on ajantasaista
- aineistoa on riittävältä alueelta
- aineistossa ei ole selkeitä virheitä tai ongelmia
- puutteet ja havainnot dokumentoidaan tarkasti.

On myös tärkeää, että vastaanotetut lähtöaineistot kirjataan huolellisesti metatietoineen lähtöaineistoluetteloon (liite 1).

3.6.4 Lähtötietomallin laadunvarmistus

Lähtötietomallille on syytä suorittaa mm. seuraavanlaisia tarkastustoimenpiteitä:

- Formaattimuunnokset tarkistetaan avaamalla aineistot suunnitteluohjelmistolla, jolla aineiston sisällölle ja ulkoasulle suoritettiin visuaalinen tarkistus
- Koordinaatistot tarkistetaan vertailemalla aineistoja referenssiaineistoihin
- Alueellisten rajausten sopivuus tarkastetaan taustakartan avulla
- Rakenteille suoritetaan törmäystarkasteluita.

Kuten lähtöaineistonkin, itse lähtötietomallin laadunvarmistuksen kulmakivi on havaintojen, puutteiden sekä tehtyjen muokkaustoimenpiteiden dokumentointi.

3.7 Lähtötietomallin luovutus

Kun lähtötietomalli on muodostettu ja tarvittavat laadunvarmistustoimenpiteet on suoritettu, voidaan aineisto lähettää tilaajalle hyväksyttäväksi. Tilaaja tämän jälkeen joko hyväksyy tai lähettää lähtötietomallin täydennettäväksi perustuen laadunvarmistuksen dokumentointiin sekä lähtötietomallin tarkastuslistan/-listojen läpikäymiseen.

Kun tilaaja on hyväksynyt lähtötietomallin, aineisto voidaan luovuttaa eteenpäin joko tilaajalle tai seuraavasta suunnitteluvaiheesta vastaavalle taholle. Luovutettavia aineistokokonaisuuksia on kaksi:

- LÄHTÖAINEISTO-kansio
- LÄHTÖTIETOMALLI-kansio

Näin ollen luovutettaviin aineistoihin ei sisällytetä RAAKA-AINE-kansiota eikä aiempien suunnitteluvaiheiden tietoja. Aineistot luovutetaan sovitulla ja soveltuvalla menetelmällä, oli se sitten DVD, luovutus internetin yli tai jokin muu vastaava metodi.

4 Mallinnuksen tavoitteet

InfraFINBIM-työpaketin vision mukaisesti lähtötietomallin muodostamisella halutaan edesauttaa tietomallinnuksen kehitystä infra-alalla. Tähän pyritään saattamalla suunnittelun lähtöaineisto sellaiseen muotoon, että väylähankkeiden suunnittelu tietomallipohjaisesti on mahdollista ja mahdollisimman helppoa.

Kun lähtötietojen tilaaminen ja lähtötietomallin laatiminen suoritetaan hallitusti ennen suunnittelutyön alkua, lyhenee itse suunnittelutyön läpivientiaika oleellisesti. Tämä johtuu siitä, että suunnittelija saa käsiinsä suunnittelua varten jalostetun lähtöaineistopaketin, jolloin suunnittelu voi käynnistyä välittömästi. Nykykäytännöllä lähtötietojen tilaaminen ja vastaanottaminen voi olla aikaa vievä prosessi, mikä saattaa aiheuttaa kiusausta ryhtyä suunnittelutyöhön osin puutteellisin lähtötiedoin. Lähtötietojen kokoamisen erottaminen omaksi vaiheekseen toivottavasti hillitsee tätä, varsinkin jos lähtötietomallin kokoamisesta ja suunnittelusta vastaavat eri tahot.

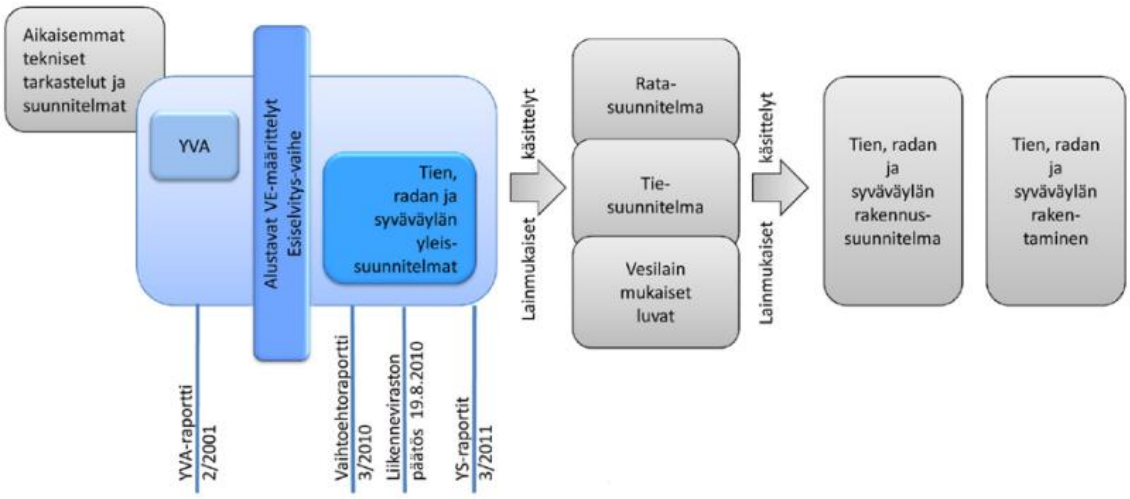
Lähtötietomallia on mahdollista käyttää myös hankkeiden tarjouskilpailun aineistona, jolloin jokaisella tarjouskilpailuun osallistuvalla on luonnollisesti aineiston osalta samat lähtökohdat kuin kaikilla muillakin.

5 Case: Valtatie 14 Laitaatsalmen kohdalla

5.1 Hanke yleisesti

Savonlinnassa laivaliikenteen käyttämä syväväylä kulkee ahtaan, mutkittelevan ja voimakkaasti virtaavan Kyrönsalmen kautta. Näistä ja väylällä sijaitsevan kolmen kapeikon johdosta Kyrönsalmi on hankalasti navigoitava ja alusliikenteelle onnettomuusaltis. Koska Kyrönsalmen syväväylää ei voida muuttaa geometrialtaan vastaamaan nykyisiä suunnittelunormeja ja merenkulun turvallisuusvaatimuksia, on syväväylä päätetty siirtää vuonna 2001 laaditun YVA-selostuksen perusteella kulkemaan Laitaatsalmen kautta (kuvio 13). Syväväylän siirto aiheuttaa muutoksia vesiväylän lisäksi myös tie- ja ratajärjestelyihin Laitaatsalmen kohdalla. Keväällä 2011 valmistuneessa Laitaatsalmen tie-, rata- ja väyläjärjestelyhankkeen yleissuunnitelmassa valtatie 14 suunnitellaan ylittämään Laitaatsalmi korkealla, kiinteällä tiesillalla ja rautatielle suunnitellaan Laitaatsalmeen käännettävä silta. [26, s. 3.]

Kuvio 13. Savonlinnan syväväylän siirto [26, s. 38].



Kuvio 14. Laitaatsalmen tie-, rata- ja väyläjärjestelyprosessin vaiheistus [26, s. 7].

Laitaatsalmen liikennejärjestelyjen suunnittelu jatkuu yleissuunnitelman jälkeen väylä-kohtaisesti. Syksyllä 2011 Sito sai Liikennevirastolta tehtäväksi pilotoida lähtötietomallin muodostamista valtatien 14 tiesuunnitelmaa varten, joka käynnistyi keväällä 2012. Tie-suunnitelman laatimisesta vastaa Ramboll Finland Oy.

5.2 Laitaatsalmen lähtötietomalliprosessi

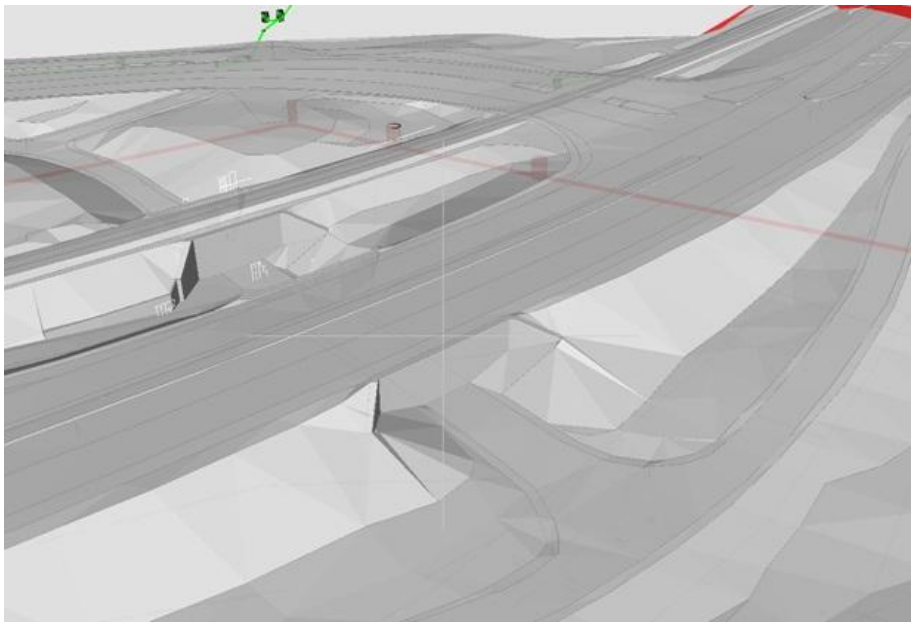
Lähtöaineistojen hankinta-aika oli lokakuu 2011 – maaliskuu 2012. Aineistot hankittiin mallikohtaisesti (kuvio 8 s. 19) ja ne kirjattiin metatietoineen lähtöaineistoluetteloon (liite 1). Tilatut lähtöaineistot tallennettiin *RAAKA-AINE*-kansioon, josta lähtötietomallin kannalta oleelliset aineistot kopioitiin *LÄHTÖAINEISTO*-kansioon. Muokatut ja eteen-päin jalostetut aineistot tallennettiin myöhemmin *LÄHTÖTIETOMALLI*-kansioon, ja ai-neistoille suoritetut toimenpiteet kirjattiin toimenpideselvityksiin (liite 2).

Koordinaattijärjestelmänä päätettiin EUREF-FIN-järjestelmän sijaan käyttää toistaiseksi vielä KKJ4-järjestelmää.

Maastomalliaineisto koostuu lähtötietomallissa maastomallista, laserkeilausaineistosta ja vesialueen pohjaluotauksesta. Maastomallin havaittiin sisältävän koodeja, joita ei löydy *tie- ja ratahankkeiden maastotietojen mittausohjeen* (Liikenneviraston ohjeita

18/2011) koodiluettelosta, mikä kirjattiin ylös toimenpideselostuksiin. Maastomallia ei vaadittu hankkeessa inframodel-formaatissa, mutta muunnos päätettiin kuitenkin pilotointisyistä suorittaa. Laserkeilausaineisto ja vesialueen pohjaluotaukset ovat lähtötietomallissa pistemäisessä muodossa. Luotausaineiston pisteistöä ei lähdetty harventamaan.

Maaperämalliaineisto koostuu GTK:n maaperäkartasta ja aikaisemman suunnitteluvaiheen maaperä- ja laboratoriotutkimuksista, joiden perusteella laadittiin tulkinnat kallionpinnasta ja yhdestä maalajirajasta (hiekkainen siltti, hkSi). Maaperäkartta muutettiin dwg-formaattiin ja kallion sekä hiekkaisen siltin pintamallit tallennettiin sekä tielaitos- että Inframodel-formaatissa. Kallionpinnan lähtöaineisto eroteltiin tarkkuustason mukaan kolmeen ryhmään: kartoitettuun avokallioon, kairaustietoon perustuvaan kallionpinnan tulkintaan ja arvioituun kallionpintaan.



Kuvio 15. Kuvakaappaus CityCad-ohjelmasta, jossa näkyy Laitaatsalmen maaston kolmioitu pintamalli sekä pieni pätkä kaupungin johtoverkkoa kaivoineen (kuultaa himmeästi läpi maastomallista).

Rakennemallin aineistot koostuvat Savonlinnan johdoista ja pumppaamoista, kaukolämpöputkista, operaattoreiden kaapeleista, silloista, rantamuurista, liikennevaloista ja vesiväylätiedoista. Puolustusvoimien kaapeleita ei alueella ole ja tämä on mainittu toimenpideselostuksissa. Kaupungin johdoista laadittiin LandXML-muotoinen verkostomalli. Muut johtotiedot tallennettiin dwg-formaattiin. Operaattoreiden kaapelien korkeus-

asemaa pudotettiin puoli metriä ja kaukolämpöputkien korkeusasemaa 0,7 metriä maanpinnan alapuolelle. Nämä oletukset perustuivat aineistojen toimittamilta saatuihin tietoihin, jotka kirjattiin ylös toimenpideselostuksiin. Silloista ja rantamuurista laadittiin vanhojen paperitulosteiden perusteella kolmiulotteiset mallit dwg-formaattiin (3D dwg).

Temaattisia aineistoja lähtötietomallissa ovat kartta-aineistot (perus- ja pohjakartta), kaava-aineistot (maakunta-, yleis-, asemakaava ja asemakaavaehdotus), aineistot pilaantuneista maa-alueista, pohjavesialueet sekä tiedot maanomistajista ja maanomistajarajoista. Useimmat aineistot on muunnettu dwg-muotoon ja osa on yhdistetty ja leikattu tietyllä aluevarauksella. Esimerkiksi useampi peruskarttalehti on yhdistetty yhdeksi tiedostoksi, josta on leikattu suunnittelualueen kattava tiedosto.

Muu aineisto sisältää ortokuvat, jotka on peruskartan tapaan yhdistetty ja leikattu tietyllä aluerajauksella.

Luovutettavat aineistokokonaisuudet (*LÄHTÖAINEISTO-* ja *LÄHTÖTIETOMALLI*-kansiot) annettiin tiesuunnittelusta vastaavalle konsultille kahdelle DVD:lle poltettuna. Aineiston luovutusmetodina kokeillaan DVD:n lisäksi myös Siton verkossa toimivaa Louhi-palvelua (liite 3). Louhi on karttakäyttöliittymällä toimiva palvelu, joka kokoaa rakennushankkeen kaikki tiedot yhteen paikkaan kaikkien hankkeen osapuolten käytettäväksi.

6 Loppupäätelmät

Opinnäytetyön tavoitteena oli määrittää väyläsuunnittelua varten laadittavan lähtötietomallin sisältö ja muodostusprosessi. Sisällön osalta tavoitteena oli määrittää, miten malli rakentuu ja mitä lähtöaineistoa malli tarvitsee. Muodostusprosessin osalta tavoitteena oli mm. määrittää, millaisista vaiheista prosessi koostuu, millaisia laadunvarmistustoimenpiteitä prosessiin sisältyy, ja millaisia vaatimuksia asetetaan lähtöaineistolle sekä lähtötietomallille.

Tutkimuskysymyksiin löydettiin pääsääntöisesti hyvin vastauksia. Niihinkin kysymyksiin, joihin kaivataan vielä täydentävää lisätutkimusta, on suhteellisen helppoa paneutua mm. InfraFINBIM-palavereista ja Laitaatsalmen lähtötietomallista saatujen kommentti-

en perusteella. Koska InfraFINBIM-alatyöpaketti 3:n tavoitteena on luoda kokonaan uusia prosesseja ja toimintatapoja suunnitteluun ja rakentamiseen, opinnäytetyön voidaan katsoa lisänneen uutta tietoa alalle. Lähtötietomalli on käytännössä jo käsitteenä aivan uusi asia. Saavutettujen tulosten tulee olla myös yleistettävissä, sillä lähtötietomallin muodostusohje julkaistaan mahdollisesti tulevaisuudessa osana InfraFINBIM-hankkeessa laadittuja tietomallinnusta käsitteleviä ohjeita ja vaatimuksia.

Jatkossa lähtötietomallin muodostusprosessin täydentämisessä tulee panostaa mm. lähtötietomallille asetettujen mallinnusvaatimusten jatkokehitykseen, sillä infrasektorille on tarve laatia samankaltaiset tietomalleja koskevat mallinnusvaatimukset kuten talosektorin COBIM-hankkeessa. Muun muassa formaattivaatimuksista on todettu, että taulukon 2 mukaisista ensisijaisista ja toissijaisista formaattivaatimuksista tulisi painottaa ja vaatia ensisijaisen formaatin käyttöä. Kiusaus laatia lähtötietomalli toissijaisissa formaateissa voi olla liian suuri, koska niitä on käytetty tähänkin asti. Tulevaisuuden visiona kuitenkin on infrapuolella avoimet tietomallit, jonka välivaiheena on Inframodel-muotoinen tiedonsiirto. Formaattien osalta tulee myös taulukkoa 2 laajentaa. Esimerkiksi useita kymmeniä kilometrejä pitkät ja satoja metrejä leveät vesiväylähankkeet voivat olla Inframodel-muodossa liian raskaita nykytietokoneiden pyörittää sujuvasti. Taulukkoa tulee siis laajentaa kattamaan tarkemmin erilaisten pienempien osa-aineistojen formaattivaatimuksia.

Muita jatkotutkimuskohteita lähtötietomallin muodostusprosessissa ovat erilaiset tarkastus- ja laadunvarmistusprosessit ja niiden dokumentointi. Laitaatsalmen lähtötietomallista saatujen kommenttien perusteella havaittiin, että dokumentoinnin tarkkuuteen ja laatuun tulisi panostaa entistä enemmän. Maaperämallien osalta kaivattiin mm. tietoa, milloin kairaukset ja/tai tutkimukset on tehty (kuukausi/vuosi). Tulkittu kallionpinta aiheutti muutaman kiinteistön alueella ristiriitoja, eikä nyt ole varmaa, onko kairaukset tehty ennen vai jälkeen, kun kyseiset kiinteistöt on rakennettu. Toimenpideselostuksiin kaivattiin mm. tarkempaa selostusta, millaisin toimenpitein ja millä työkaluilla muokkaustoimenpiteitä on tehty. Esimerkiksi pelkän koordinaattimuutoksen mainitsemisen lisäksi olisi hyvä mainita ohjelma/muunnin X, jolla muutos on suoritettu. Näin taho, joka jatkaa aineiston kanssa suunnittelua, saa helposti kiinni aineistoa koskevat muutokset ja siitä mahdollisesti johtuvat ristiriidat eri työkaluja käytettäessä. Myös laadunvarmistuksesta on hyvä dokumentoida hiukan tarkemmin mm. mitä on tehty, kuka on

tehnyt, miten ja millä toimenpiteellä, sekä mahdolliset huomiot ja korjaavat toimenpiteet. Tarkastustoimenpiteiden ja laadunvarmistuksen dokumentoinnin lisäksi tulee miettiä myös tarkemmin itse tarkastus- ja laadunvarmistustoimenpiteitä. Toimenpideselostusten ja lähtötietomalliselostuksen sisällön kehittämisen lisäksi lienee tarpeen miettiä jonkinlaisen laadunvarmistuksen tarkastuslomakkeen tai -listan laatimista.

Lähtötietomalliprosessin etuina nähdään hallittu ja huolellinen lähtötietojen koonti ja muokkaaminen, sekä suunnittelun läpivientiajan lyheneminen. Laitaatsalmen lähtötietohankkeessa aineistojen tilaamisesta todettiin, että kyseessä voi olla pahimmillaan vaivalloinen prosessi: joidenkin aineistojen toimitus vei aikaa ja niiden perään jouduttiin kyselemään useaan otteeseen. Tämä kaikki vaiva on nyt kuitenkin pääsääntöisesti pois seuraavan suunnitteluvaiheen toteuttajalta. Pilottihanke on saanut positiivista palautetta tilaajalta ja lähtötietomalliprosessin arvellaan tulevaisuudessa lyhentävän itse suunnittelutyötä jopa viikoilla. Myös InfraFINBIM-alatyöpaketti 3:n kokouksissa lähtöaineistojen harmonisointi ennen suunnittelun alkua on nähty suurena parannuksena nykytilanteeseen verrattuna.

Eräänä tärkeimmistä jatkotutkimusmahdollisuuksista voidaan pitää infra-alan yhteisen tiedonsiirtostandardoinnin laatimista. Yhden, kaiken lähtöaineiston kattavan mallin laatiminen on nykytilassa käytännössä mahdotonta, koska lähtöaineistoa on valtava määrä ja sitä on lukuisissa eri tiedostoformaateissa. Laadunvarmistukseen liittyviä jatkotutkimusmahdollisuuksia on esitetty sekä Laitaatsalmen pilottihankkeen että InfraFINBIM-alatyöpaketti 3:n kokouksissa. Toivomus on, että tulevaisuudessa suunnitteluohjelmistoista kävisi helposti ilmi kaikki se tieto, missä on tehty oletuksia. Esimerkiksi johdot ja putket, joiden korkotiedot ovat puutteelliset, näkyisivät suunnitteluohjelmistossa esimerkiksi erivärisinä tarkemitattuihin putkiin ja johtoihin verrattuna. Mallin luotettavuus paranisi huomattavasti, kun ohjelmistosta välittömästi näkisi kaikki ne rakenteet, joiden kohdalla on tehty oletuksia.

Lopun yhteenvetona todettakoon, että opinnäytetyössä laadittiin ensimmäinen, kommenteille annettu luonnos lähtötietomallin ja sen muodostusprosessin kuvauksesta. Lähtötietomallilla tarkoitetaan väylähankkeen suunnittelua varten laadittavaa, suunnittelualueen nykytilaa kuvaavaa aineistopakettia. Lähtötietomalli ja sen lähtöaineisto jaotellaan ryhmiin maastomalli, maaperämalli, nykyiset rakenteet, temaattiset aineistot

sekä muu aineisto. InfraFINBIM-tutkimushankkeen vision mukaisesti nämä hanketta varten tilattavat lähtöaineistot muokataan sellaiseen muotoon, joka tukee tietomallipohjaiseen suunnitteluun ryhtymistä. Lähtötietomallin muodostusprosessi etenee vaiheissa: toimeksianto, lähtöaineistojen tilaus, lähtöaineistojen muokkaus ja lähtötietomallin muodostus, laadunvarmistus, lähtötietomallin hyväksyminen tilaajan toimesta ja lopulta mallin luovutus. Lähtöaineistoille suoritetaan muokkaustoimenpiteitä, joilla niitä yhdenmukaistetaan ja harmonisoidaan mahdollisimman pitkälle. Muokkaustoimenpiteitä ovat mm. formaattien ja koordinaattijärjestelmien yhdenmukaistaminen sekä kolmioitujen pintamallien laatiminen (maastomalli ja maaperämallin kallionpinnan sekä maalajirajojen tulkinta). Laadunvarmistustoimenpiteitä suoritetaan niin lähtöaineistolle kuin itse lähtötietomallille. Laadunvarmistuksessa tulee painottaa huolellista dokumentointia, joka käsittää sekä toimenpiteiden että aineistossa havaittujen erityishuomioiden ja ongelmien dokumentoinnin. Lähtötietomallin valmistuttua tilaaja käy laadunvarmistusdokumentaation läpi ja joko hyväksyy tai palauttaa mallin täydennettäväksi. Tilaajan hyväksyttyä mallin voidaan se luovuttaa eteenpäin sovitulla ja soveltuvalla tavalla (DVD, internet yms.).

Opinnäytetyön tuloksena syntynyt lähtötietomallin muodostamisprosessin kuvaus on siis vasta ensimmäinen versio, joka annetaan InfraFINBIM-alatyöpaketti 3:n työryhmän kommentoitavaksi. On siis käytännössä varmaa, että lähtötietomalli ja sen muodostusprosessi tulee muuttumaan ja kehittymään ennen kuin InfraFINBIM-hanke päättyy vuonna 2013.

Lähteet

1 Saarinen, J. Infrarakentamisen perusteet. Luentokalvot, syksy 2009. Metropolia AMK.

2 Junnonen, Juha-Matti. 2009. Tietotekniikkaa hyödyntävä infrasuunnittelu.

3 Liikennevirasto ja sen tehtävät. Liikennevirasto. Verkkolähde. <http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/liikennevirasto> Luettu 05.03.2012.

4 Liikenneviraston ohjeita 19/2010. Yleissuunnitelma – Toimintaohjeet. Verkkodokumentti. <http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2010-19_yleissuunnittelu_toimintaohjeet_web.pdf> Luettu 05.03.2012.

5 Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 10.6.1994/468, 1 §. Finlex. Verkkolähde. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940468#a468-1994> Luettu 05.03.2012.

6 Liikenneviraston ohjeita 20/2010. Tiesuunnitelma – Toimintaohjeet. Verkkodokumentti. <http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2010-20_tiesuunnitelma_toimintaohjeet_web.pdf> Luettu 05.03.2012.

7 Ratahallintokeskuksen julkaisuja B 20. 2008. Radan suunnitteluohje. Verkkodokumentti. <http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_b20_radan_suunnitteluohje.pdf> Luettu 05.03.2012.

8 Merenkulkulaitoksen julkaisuja 5/2009. Vesiväyläsuunnitelmat: kokonaisuudet ja sisällönhallinta. Verkkodokumentti. <http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf5/mkl_2009-5_vesivaylasuunnitelmat.pdf > Luettu 16.03.2012.

9 Tuote- ja tietomallinnus. RTS. Verkkolähde. <http://www.rts.fi/infrabim/tuote_ja_tietomallinnus.htm> Luettu 16.03.2012.

10 Infran tietomallien käyttöönotto vaatii työtä. Rakennuslehti 16.2.2012.

11 InfraTM-hankkeen tavoitteet. Verkkolähde. <http://www.rts.fi/infrabim/tavoitteet.htm> Luettu 29.3.2012.

12 InfraTM. RTS. Verkkolähde. <http://www.rts.fi/infrabim/infra_tm_hanke_lyhyesti.htm> Luettu 29.3.2012.

13 PRE-ohjelma. Verkkolähde.< http://www.rym.fi/tutkimusohjelmat/PRE/> Luettu 30.3.2012.

14 InfraFINBIM-työpaketti. RYM Oy. Verkkolähde. <http://www.rym.fi/tutkimusohjelmat/PRE/infrafinbimtyopaketti/> Luettu 30.3.2012.

15 Laatunen, Kimmo - Saksi, Ville. 2011. Tiikerinloikka tuotemallilla – InfraFINBIM tulevaisuuden aseeksi? Kalvosarja. Verkkolähde. <http://www.rym.fi/attachements/2011-04-20T12-19-0342.pdf> Luettu 30.3.2012.

16 Norjan tiehallinto (Statens vegvesen). 2010. Ohjekirja HB 138 tietomallit: Lähtötietojen, mallien, merkintä- ja mittaustietojen vaatimukset (Håndbok 138 Modellgrunnlag: Krav til grunnlagsdata, modeller og distribusjon). Suom. Ramboll Finland Oy / InfraFINBIM.

17 Liikenneviraston ohjeita 23/2011. Maastotietojen hankinta – Toimintaohjeet. Verkkodokumentti. <http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2011-23_maastotietojen_hankinta_web.pdf> Luettu 2.4.2012.

18 Liikenneviraston ohjeita 18/2011. Tie ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohje. Verkkodokumentti. <http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2011-18_tie-_ja_ratahankkeiden_web.pdf> Luettu 2.4.2012.

19 Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 49/2008. Tiesuunnittelun suunnitelmatiedon hallinta – Esiselvitys.

20 Maanmittauslaitos. Avattavat maastotietoaineistot. Verkkodokumentti. <http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata/mita-avaaminen-tarkoittaa> Luettu 08.04.2012.

21 Paikkatietoikkuna. INSPIRE pikaopas. Verkkodokumentti. <http://www.paikkatietoikkuna.fi/c/document_library/get_file?uuid=05f5f05d-9050-4622-baf9-4369db8adc94&groupId=108478> Luettu 08.04.2012.

22 Rajala, Marko. 2011. Tietomallivaatimukset 2011 – Osa 2: Lähtötilanteen mallinnus. Lausuntoversio 05.08.2011.

23 Tiehallinto. 2008. Tienrakentamisen mittaussuunnitelman laatimisohje. Verkkodokumentti. <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000024-v-08tienrakent_mittaussuunn_laat.pdf> Luettu 09.04.2012.

24 Tietopalvelu ja yhteiskäyttöjaos TIPY. GML-mallinnus. Verkkodokumentti. <http://geoinfo.fgi.fi/TIPY/TIPY1/JHS_PTM_III.pdf> Luettu 09.04.2012.

25 COBIM. 2011. Tietomallivaatimukset 2011 – Osa 1: Yleinen osuus. Lausuntoversio 03.08.2011.

26 Liikennevirasto. 2011. Savonlinnan liikennejärjestelyt; Laitaatsalmen tie-, rata- ja väyläjärjestelyt, Yleissuunnitelma. Verkkolähde. <http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/f/hankkeet/kaynnissa/savonlinna_keskusta/laitaatsalmi/20110517_yleissuunnitelma/Savonlinnan_liikennej%E4rjestelyt_yleissuunnitelma> Luettu 09.04.2012.

Liitteet

Liite 1 Vt 14 Laitaatsalmi, lähtötietomallin lähtöaineistoluettelo

Liite 2 Vt 14 Laitaatsalmi, lähtötietomallin toimenpideselostukset

Liite 3 Kuvakaappaus Louhi-palvelusta

Liite 1
Lähtötietomallin lähtöaineistoluettelo (Esimerkkinä Vt 14 Laitaatsalmi)

		Hankinta vastuu	Saatu pvm	Saaja	Lähde	Omistaja	Omistajan yhteystiedot	Lähdejärjestelmä	Lähdeformaatti	Lähtöaineiston pvm *(epävarmat kursiivilla)*	Saatavuus- ja käyttörajoitukset	Lopputuote	Selostus
A	**Maastomalli**												
1	Maastomalli	KLA	4.1.2012	KLA		Pohjois-Savon ELY-keskus		kkj4	gt	31.12.2012	-	gt, inframodel	Inframodel pilotointia varten
2	Laserkeilausaineisto	KLA	17.10.2011	KLA	MML	MML		kkj4	XYZ	*2010/2011*	pdf	XYZ	Tarkan mallin ulkopuolisen ympäristön maanpinta
3	Vesialueen pohjaluotaus	KLA	7.12.2011	KTU	Liikennevirasto	Liikennevirasto		KKJ4 / NN+75,1	XYZ	*7.12.2012*	rajoitukseton käyttöoikeus VT14 Laitaatsalmi –projektissa	xyz	Vesialueen pohjan syvyysaineisto
B	**Maaperämalli**												
1	GTK:n maaperäkartta	KTU	22.11.2011	KTU	GTK	GTK		kkj4	ESRI dbf	*12.12.2011*	pdf	dwg	
2	Aikaisemmat maaperätutkimukset	KKO	15.11.2011	KKO	Ramboll	Liikennevirasto?		kkj4	tek		-	tek	
3	Laboratoriotulokset	EPA	12.1.2012	EPA	Innogeo	Liikennevirasto?		kkj4	tek, pdf		-	tek, pdf	
4	tulkittu kalliopinta	EPA	-	-	Sito	Liikennevirasto?		kkj4	-	*15.2.2012*	-	gt, Inframodel	
5	tulkittu maakerrosrajapinta (hkSi)	EPA	-	-	Sito	Liikennevirasto?		kkj4	-	*15.2.2012*	-	gt, Inframodel	
C	**Rakenteet**												
1	Kaupungin johdot ja pumppaamot	KKO	4.11.2011		Savonlinnan kaupunki	Savonlinnan			dgn/Terra pi	*4.11.2011*		xml	
2	Kaukolämpö	KLA	17.1.2012		SSOY	SSOY		kkj	dwg	*17.1.2012*	sähköposti	dwg	mukana myös suunniteltu kl
3	Operaattoreiden kaapelit												
	BLC	KLA	22.12.2011	KLA	BLC	BLC		kkj4	dwg	*22.12.2011*	sähköposti	dwg	
	Sonera	KLA	4.1.2012	KLA	Sonera	Sonera		kkj4	dgn	4.1.2012	sähköposti	dwg	
	Elisa	KLA	8.2.2012	KLA	Elisa	Elisa		kkj2	dxf	*13.1.2012*	sähköposti	dwg	
	Puolustusvoimien kaapelit	KLA	9.2.2012	KLA	Puolustusvoimat	Puolustusvoimat		-	-	-	-	-	ei kaapeleita alueella
4	Sillat		15.11.2011										
	Vanha ratasilta	KKO	4.11.2011	KKO	Ramboll	VR			pdf			dwg	
	Patterimäen akk.	KKO	15.11.2011	KKO	Ramboll	VR			dwg			dwg	
	Mirrilän akk.	KKO	25.11.2011	KKO	Ramboll	VR			dwg			dwg	
					ELY	Ins.tsto Pontek			tiff			dwg	
	Laivamiehentien akk.	KKO	15.11.2011	KKO	Ramboll	TL			dwg			dwg	
	Laitaatsalmen nykyinen tiesilta	KKO	15.11.2011	KKO	Ramboll	VR Rata			pdf			dwg	
5	Rantamuuri	KKO	21.11.2011	KKO	LiVi				pdf			dwg	
6	Liikennevalot	TPA	15.11.2011	KKO	Ramboll	TL			dwg			dwg	
7	Viitoitus	TPA											Liikennevalosuunnitelmissa
8	Valaistus	TPA	15.11.2011	KKO	Ramboll	TL			dwg/pdf			dwg	
9	Vesiväylätiedot	AIK	24.2.2012	AIK	LiVi	LiVi		kkje4/nn	dwg/xls/pdf	*24.2.2012*	-	dwg/xls/pdf	
D	**Temaattiset aineistot**												
1	Peruskartta	KLA	15.12.2011	KLA	SITO	MML		kkj4	tiff	*15.12.2011*	pdf	tiff	
2	Kaupungin pohjakartta	KLA	4.1.2012	KLA	Savonlinnan kaupunki	Savonlinnan kaupunki		kkj4	dgn	*3.1.2012*	sähköposti	dgn	
3	Yleiskaava	KLA	9.2.2012	AIK	Savonlinnan kaupunki	Savonlinnan kaupunki		kkj4	dgn	2007/2010/2011			
4	Asemakaava	KLA	4.12.2012	KLA	Savonlinnan kaupunki	Savonlinnan kaupunki		kkj4	dgn	*3.1.2012*	sähköposti	dwg	
	asemakaavaehdotus	KLA	9.2.2012	AIK	Savonlinnan kaupunki	Savonlinnan kaupunki		kkj4	dgn	*9.2.2012*	sähköposti	dwg	
5	Pilaantuneet alueet	KLA	11.1.2012	KKO	Ramboll	Pohjois-Savon ELY-keskus			dwg	*30.1.2012*	tiedot ovat julkisia	dwg	voidaan tilata, sovittu maksuttomuudesta
6	Maanomistajat/rajat	KLA	5.3.2012	KKO	Savonlinnan maanmittaustoimisto	Maanmittauslaitos		kkj4	dwg/xlsx	*1.3.2012*		dwg	voidaan tilata, sovittu maksuttomuudesta
7	Maakuntakaava	KLA		KLA	E-Savon maakuntaliitto	E-Sav. Maakuntal.			shp/pdf		-	dwg	
8	Pohjavesialueet	KTU	10.1.2012	KTU	SYKE	SYKE		kkj3	shp	*16.8.2011*	-	dwg	
E	**Muut**												
1	Ortokuvat	KLA	4.1.2012	KLA	MML	MML		kkj4	tif,ecw	*4.1.2012*	pdf	tiff+tfw	

Liite 2
Lähtötietomallin toimenpidekuvaukset (Esimerkkinä Vt 14 Laitaatsalmi)

A Maastomalli

Nro	Tieto	Toimenpide	Havainnot / Ongelmat / Riskit	Tekijä	Pvm	Tilanne	Laadunvarmistus (pvm, hlö, huom)
1	Maastomalli	saatu 4.1.2012 KLA, jaettu kansioihin ja lopputuote nimetty 1.2. AIK		AIK	1.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI
		Koodilistan tarkistus,visuaalinen tarkistus (Citycad)	Koodilistassa muutama koodi, joita ei ole uusimman maastotietojen mittausohjeessa: 134 Laatoitus, 205 Muu rakenne, 409 Pumppaamo, 5008 Pönkkä. Kolmiointi, visuaalinen tarkistus. Puolirumpujen päät 0-tasolla.	JLI	9.2.2012		
		Muunnettu Inframodel/LandXML-muotoon	Pilotointia varten, sisältää kolmiopinnan.	JLI	12.3.2012	valmis	20.3.2012 JLI
2	Laserkeilausaineisto	Muunntteu kkj4/N60 16.1.2012 KLA, jaettu kansioihin, nimetty AIK. Muunnettu erottimeksi pilkku (MVI 9.2.2012)	Maanpinnan pisteistö tarkan mallin ympäriltä.	MVI	9.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI
3	Vesialueen pohjaluotaus	Maastomallikäyttöä varten muutettu korkeuslukemiksi ja korkeusjärjestelmän muunnos NN -> N60 (MVI 2.2.2012), siirretty RA & SL 1.2. AIK.	Ei karsittu, Vesiväyläsuunnittelua varten aineisto esitetty myös alkuperäisessä muodossa	AIK	16.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI

Liite 2
Lähtötietomallin toimenpidekuvaukset (Esimerkkinä Vt 14 Laitaatsalmi)

B Maaperämalli

Nro	Tieto	Toimenpide	Havainnot / Ongelmat / Riskit	Tekijä	Pvm	Tilanne	Laadunvarmistus (pvm, hlö, huom)
1	GTK:n maaperäkartta	Muunnos dwg-muotoon ja kopiointi (9.2.2012 MVI)	Kuvaustekniikka muuttuu. Rasteria ei saatavilla.	MVI	9.2.2012	valmis	
2	Aikaisemmat maaperätutkimukset	Kopio yleissuunnitelman aineistosta; vanha Tekla-formaatti. Ei muutettu		EPA	10.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI
3	Laboratoriotulokset	Kopio yleissuunnitelman aineistosta; vanha Tekla-formaatti	tiedot sisältyvät myös edellisen kohdan aineistoon	EPA	10.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI
4	Tulkittu kalliopinta	Tulkinta maastomallin ja pohjatutkimusten perusteella	Kalliopinnat eroteltu tarkkuustason mukaan kolmeen osaan: kartoitettu avokallio, kairaustietoon perustuva kalliopinnan tulkinta, arvioitu kalliopinta	EPA	15.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI
		Tulostettu Inframodel-muodossa.	Koko pinta, kolmiot mukana. Pilotointia varten.	JLI	12.3.2012	valmis	20.3.2012 JLI
5	Tulkittu maakerrosrajapinta (hkSi)	Tulkinta maastomallin ja pohjatutkimusten perusteella (hkSi alapinta)	Kairaus- ja näytetietoon perustuva tulkinta	EPA	15.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI
		Tulostettu Inframodel-muodossa.	Kolmiot mukana. Pilotointia varten.	JLI	12.3.2012	valmis	20.3.2012 JLI

Liite 2
Lähtötietomallin toimenpidekuvaukset (Esimerkkinä Vt 14 Laitaatsalmi)

C Rakenteet

Nro	Tieto	Toimenpide	Havainnot / Ongelmat / Riskit	Tekijä	Pvm	Tilanne	Laadunvarmistus (pvm, hlö, huom)
1	Kaupungin johdot ja pumppaamot	Rakennetu verkkomalli johtokartasta.	Oletettavasti virheellisiä sv johtokorkoja x=6864094.590y=4437988.320. Matala kaivo X=864068.42 y=438084.97	TKA	10.1.2012	valmis	20.3.2012 JLI
2	Kaukolämpö	saatu dwg (17.1.KLA)Tiedostot yhdistetty (2.2.2012) Kopioitu RA, LL, SL, nimetty (6.2. AIK) Johtojen korkeusasemat muutettu maanpinnasta -0.7m. Putkipoikkileikkausta ei ole huomioitu.	mukana myös suunniteltu johto.	AIK	6.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI
3	Operaattoreiden kaapelit						
	BLC:n kaapelit	saatu 22.12.2011 (KLA). Kopioitu RA, LL, SL, nimetty 6.2. AIK) Kaapeleiden korkeusasema muutettu maanpinnasta -0.5m. (16.2.2012)		AIK	6.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI
	Soneran kaapelit	Saatu (4.1.2012 KLA) Muunnettu dwg:hen (2.2.2012), kopioitu RA, LL, SL (6.2. AIK)Kaapeleiden korkeusasema muutettu maanpinnasta -0.5m. (16.2.2012)		AIK	6.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI
	Elisan kaapelit	Saatu 13.1.2012. Muunnettu kkj4, dwg (2.2.2012) Kopioitu RA, LL, SL (6.2.2012 AIK)Kaapeleiden korkeusasema muutettu maanpinnasta -0.5m. (16.2.2012)		AIK	6.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI
	Puolustusvoimien kaapelit	Tarkistettu, ettei alueella ole puolustusvoimien kaapeleita	Ei tule LOUHEEN	AIK		valmis	20.3.2012 JLI
4	Sillat	Lopputuote kansiossa		KKO		valmis	20.3.2012 JLI
5	Rantamuuri	Lopputuote kansiossa		KKO		valmis	20.3.2012 JLI
6	Liikennevalot	Ei toimenpiteitä	Koordinaattijärjestelmä?	KKO		valmis	
7	Viitoitus	Ei tietoja, jätetään tyhjä kansio				valmis	20.3.2012 JLI
8	Valaistus	Ei tietoja, jätetään tyhjä kansio				valmis	20.3.2012 JLI
9	Vesiväylätiedot	Ei toimenpiteitä	Korkeusjärjestelmä NN	AIK		valmis	20.3.2012 JLI

Liite 2
Lähtötietomallin toimenpidekuvaukset (Esimerkkinä Vt 14 Laitaatsalmi)

D Temaattiset aineistot

Nro	Tieto	Toimenpide	Havainnot / Ongelmat / Riskit	Tekijä	Pvm	Tilanne	Laadunvarmistus (pvm, hlö, huom)
1	Peruskartta	Leikattu aluerajauksella, muunnettu kkj4-kaistaan (MVI, 15.1.2012). Kopioitu RA (6.2.2012 AIK)		AIK	6.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI
2	pohjakartta	saatu 4.2.2012 (KLA), Muunnettu dwg:si (1.2.2012) Kopioitu RA (6.2.2012 AIK)		AIK	6.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI
3	yleiskaava	Saatu 9.2.2012, Yhdistetty tiedostot (15.2.2012 MVI)		MVI	15.2.2012	valmis	
4	asemakaava	saatu 4.12.2012 Muunnettu dwg:ksi (1.2.2012) Kopioitu RA (6.2.2012 AIK)	Tulkittu kaava	KLA	4.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI
	asemakaavaehdotus	saatu 9.2.2012. Muunnettu dwg:ksi (10.2.2012 AIK)		AIK	10.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI
5	Pilaantuneet alueet	Saatu 2.2.2012. Kopioitu (8.2.2012 AIK).		AIK	8.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI
6	maaomistajat/rajat	Saatu 5.3.2012, muunnettu fingis -> dwg (8.3.2012 TLA)	Erillinen dwg kiinteistörajoista + excel ominaisuustiedoista. Yhteisomistusalueista & kuolinpesistä tulee kolmen suurimman omistajan tieto	TKA	8.3.2012	valmis	20.3.2012 JLI
7	maakuntakaava	Imuroitu netistä (KLA 3.2.2012) Muunnetu dwg:ksi (13.2.2012 MVI)		MVI	13.2.2012	valmis	
8	Pohjavesialueet	Leikattu, muunnettu (6.2.2012).	5 km säteellä ei pohjavesialueita	KTU	6.2.2012	valmis	20.3.2012 JLI

Liite 2
Lähtötietomallin toimenpidekuvaukset (Esimerkkinä Vt 14 Laitaatsalmi)

E MUUT

Nro	Tieto	Toimenpide	Havainnot / Ongelmat / Riskit	Tekijä	Pvm	Tilanne	Laadunvarmistus (pvm, hlö, huom)
1	Ortokuva	tif -muodossa alkuperäiset, ecw-pakattu yhtenä kuvana, leikattu ja yhdistetty suunnittelualue yhdeksi kuvaksi, laitaansilta_orto.tif (MVI 17.1.2012)		MVI	17.1.2012	valmis	20.3.2012 JLI

Liite 3
Kuvakaappaus Louhi-palvelusta